Comment concevoir un circuit de train miniature qui se reboucle toujours bien ?

Forum des mathématiques

Jérôme Bastien

Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport – Université Lyon I

21 Mars 2015

Sommaire

Résumé

Comment réaliser sans plan et au hasard, un circuit pour véhicule miniature de façon que les boucles se referment toujours parfaitement, sans heurt ni torsion des rails ? Une solution géométrique simple sera proposée, grâce à l'utilisation de six pièces de base, qui permettent de créer des circuits totalement modulables et extensibles à volonté.
Cela sera l'occasion de (re)voir quelques notions de géométrie simples qui permettront de comprendre l'assemblage des pièces, mais aussi de jouer réellement sur le prototype d'un circuit !

Sommaire

Consignes

À partir des rails prototypes (cinq exemplaires par type de pièces, soit trente pièces en tout), réaliser au hasard une boucle avec les deux seules consignes suivantes :

- Le circuit doit se refermer ;
- Unique règle de connexion : les extrémités de deux rails contigus doivent être du même type (absence ou présence simultanée de pastille de couleur).

Travail de « contre-facteur » !

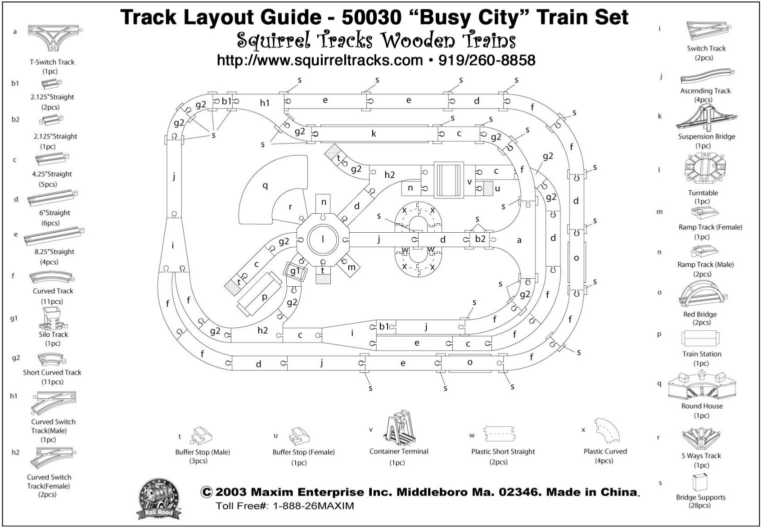
Identifier (en justifiant !) parmi les six pièces présentes :

- Deux rails droits ;
- Deux rails circulaires ;
- Deux rails qui ne soient pas superposables, donc non circulaires !

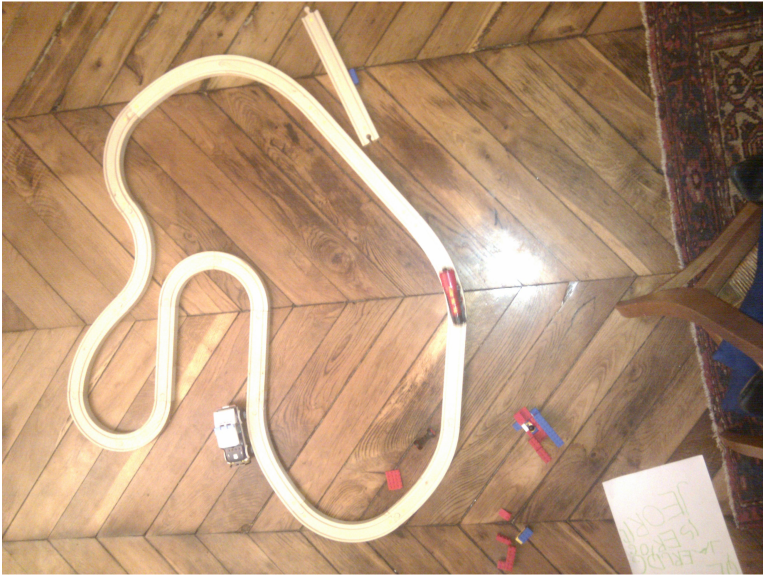
Brevet délivré

J. Bastien. "Circuit apte à guider un véhicule miniature". Brevet FR2990627. Université Lyon I. Brevet publié sur le site de l'INPI `http://bases-brevets.inpi.fr/fr/document/FR2990627.html?p=6&s=1423127185056&cHash=cfbc2dad6e2e39808596f86b89117583` Voir aussi [pct]. 15 mai 2012

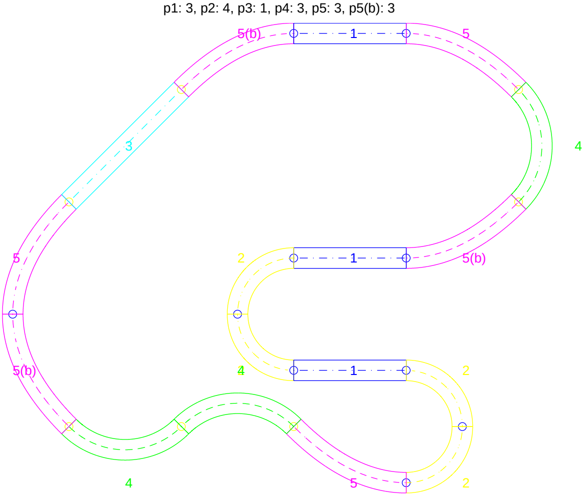
Un exemple de plan de train existant



Un exemple de circuit réalisé (A)

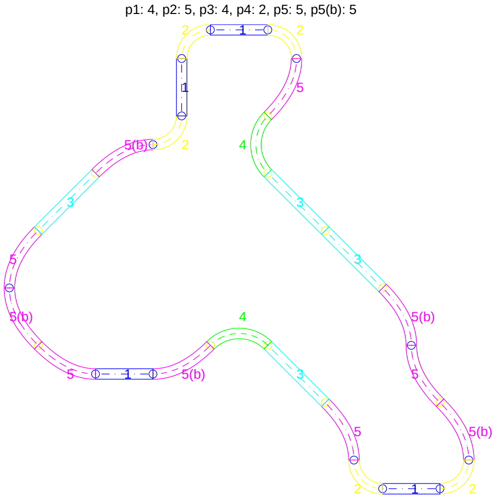


Le plan associé (A)



Un exemple de circuit réalisé (B)

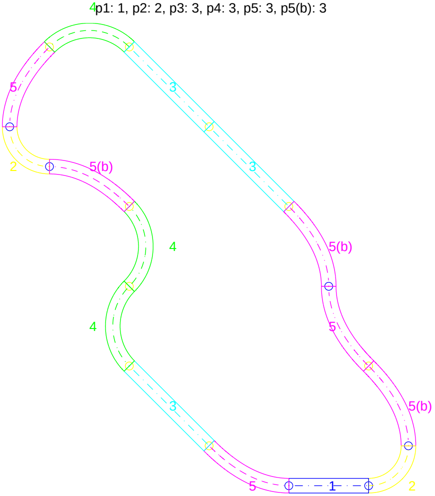
Le plan associé (B)



Un exemple de circuit réalisé (C)

Le plan associé (C)

p1: 1, p2: 2, p3: 3, p4: 3, p5: 3, p5(b): 3



Ce que permet le brevet

L'invention propose un circuit ou un ensemble de pièces de guidage qui :

- permet la réalisation d'un grand nombre de circuits fermés à partir du même ensemble de pièces,
- utilise un minimum de pièces de guidage différentes,
- garantit qu'il est toujours possible de refermer simplement le circuit sur lui-même.

Typiquement, l'invention concerne le domaine des circuits de trains pour enfants. Elle peut concerner également le domaine des circuits de petites voitures ou similaires.

Ce que permet le brevet

L'invention propose un circuit ou un ensemble de pièces de guidage qui :

- permet la réalisation d'un grand nombre de circuits fermés à partir du même ensemble de pièces,
- utilise un minimum de pièces de guidage différentes,
- garantit qu'il est toujours possible de refermer simplement le circuit sur lui-même.

Typiquement, l'invention concerne le domaine des circuits de trains pour enfants. Elle peut concerner également le domaine des circuits de petites voitures ou similaires.

Ce que permet le brevet

L'invention propose un circuit ou un ensemble de pièces de guidage qui :

- permet la réalisation d'un grand nombre de circuits fermés à partir du même ensemble de pièces,
- utilise un minimum de pièces de guidage différentes,
- garantit qu'il est toujours possible de refermer simplement le circuit sur lui-même.

Typiquement, l'invention concerne le domaine des circuits de trains pour enfants. Elle peut concerner également le domaine des circuits de petites voitures ou similaires.

Ce que permet le brevet

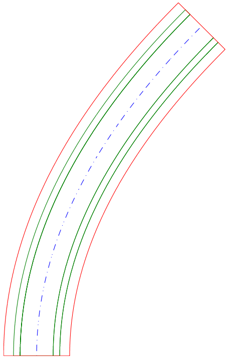
L'invention propose un circuit ou un ensemble de pièces de guidage qui :

- permet la réalisation d'un grand nombre de circuits fermés à partir du même ensemble de pièces,
- utilise un minimum de pièces de guidage différentes,
- garantit qu'il est toujours possible de refermer simplement le circuit sur lui-même.

Typiquement, l'invention concerne le domaine des circuits de trains pour enfants. Elle peut concerner également le domaine des circuits de petites voitures ou similaires.

Sommaire

Idées de base



On se concentre sur la trajectoire décrite par la locomotive par exemple, soit encore sur la ligne médiane, tracée en pointillé sur la figure.

Idées de base

- On cherche à inscrire chacune de ces courbes dans une forme simple qui permette de paver le plan ;
- De plus, il est nécessaire qu'une fois le pavage réalisé, la courbe construite soit continue et dérivable

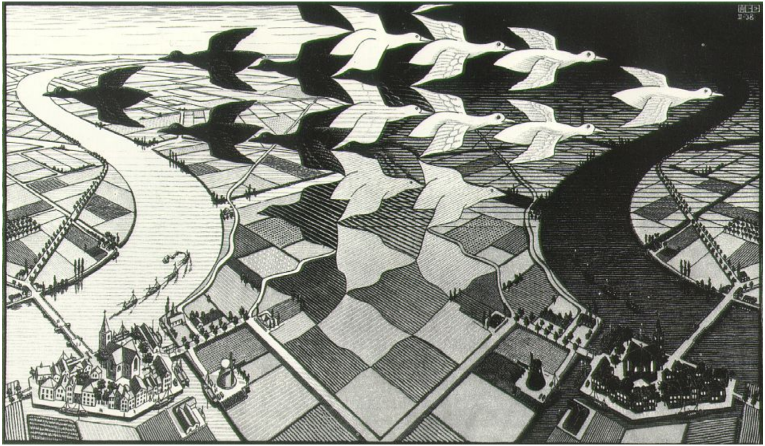
Idées de base

- On cherche à inscrire chacune de ces courbes dans une forme simple qui permette de paver le plan ;
- De plus, il est nécessaire qu'une fois le pavage réalisé, la courbe construite soit continue et dérivable

Notion de pavage plan

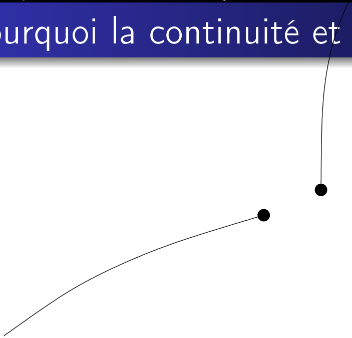
Deux illustration d'Escher, artiste du vingtième siècle (1898-1972) qui s'est beaucoup appuyé sur les mathématiques.

Notion de pavage carré du plan



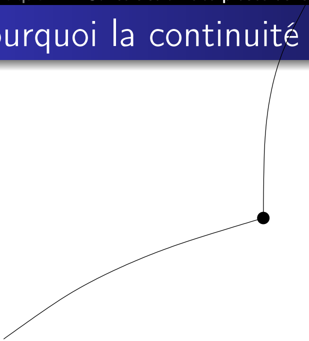
Un cas particulier, celui du carré, qui présente de nombreux « invariants » (« Jour et nuit »).

Pourquoi la continuité et la dérivabilité ?



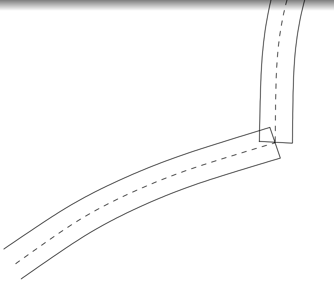
Pour éviter les « sauts »

Pourquoi la continuité et la dérivabilité ?



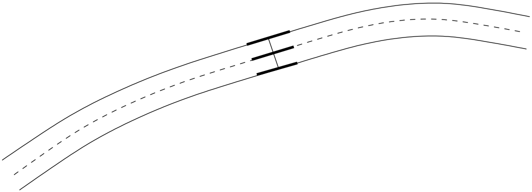
... et obtenir la situation ci-dessus ! Mais cela ne suffit pas à assurer un bon encastrement de deux rails contingus !

Pourquoi la continuité et la dérivabilité ?



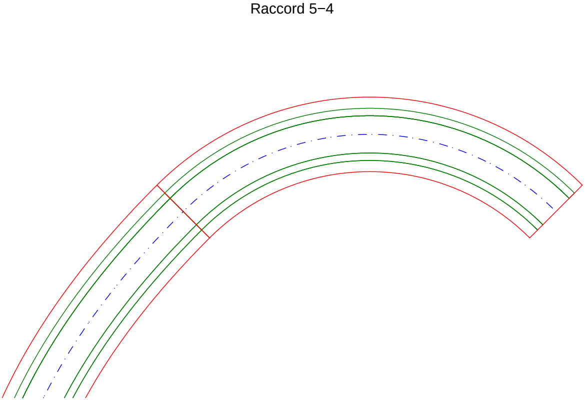
Ici, il y a continuité mais pas dérivabilité !

Pourquoi la continuité et la dérivabilité ?



Enfin, ici, il y a continuité et dérivabilité !

Pourquoi la continuité et la dérivabilité ?



Exemple de bon raccord.

Notion de tangente (courbes convexes)

- La tangente est la droite qui « épouse » le mieux localement la courbe.
- Pour des objets convexes (ou « bombés »), comme les rails en bois, on peut trouver expérimentalement la tangente !
- Cela provient du fait que pour une fonction convexe, toute corde est au dessus de la courbe, toute tangente est sous la courbe et pour une fonction strictement convexe, il ne peut y avoir qu'un seul point commun entre la tangente et la courbe !
- De plus, s'il existe un point où il n'y a pas de tangente (point anguleux), il y a plusieurs positions possibles pour les droites ! Autrement dit, le cône tangent est réduit à un singleton, ssi la courbe est dérivable !
- Lien aussi avec les sous-différentiels de fonction indicatrice de convexes fermés !

Notion de tangente (courbes convexes)

- La tangente est la droite qui « épouse » le mieux localement la courbe.
- Pour des objets convexes (ou « bombés »), comme les rails en bois, on peut trouver expérimentalement la tangente !
- Cela provient du fait que pour une fonction convexe, toute corde est au dessus de la courbe, toute tangente est sous la courbe et pour une fonction strictement convexe, il ne peut y avoir qu'un seul point commun entre la tangente et la courbe !
- De plus, s'il existe un point où il n'y a pas de tangente (point anguleux), il y a plusieurs positions possibles pour les droites ! Autrement dit, le cône tangent est réduit à un singleton, ssi la courbe est dérivable !
- Lien aussi avec les sous-différentiels de fonction indicatrice de convexes fermés !

Notion de tangente (courbes convexes)

- La tangente est la droite qui « épouse » le mieux localement la courbe.
- Pour des objets convexes (ou « bombés »), comme les rails en bois, on peut trouver expérimentalement la tangente !
- Cela provient du fait que pour une fonction convexe, toute corde est au dessus de la courbe, toute tangente est sous la courbe et pour une fonction strictement convexe, il ne peut y avoir qu'un seul point commun entre la tangente et la courbe !
- De plus, s'il existe un point où il n'y a pas de tangente (point anguleux), il y a plusieurs positions possibles pour les droites ! Autrement dit, le cône tangent est réduit à un singleton, ssi la courbe est dérivable !
- Lien aussi avec les sous-différentiels de fonction indicatrice de convexes fermés !

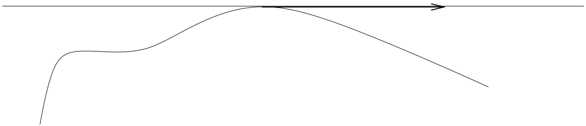
Notion de tangente (courbes convexes)

- La tangente est la droite qui « épouse » le mieux localement la courbe.
- Pour des objets convexes (ou « bombés »), comme les rails en bois, on peut trouver expérimentalement la tangente !
- Cela provient du fait que pour une fonction convexe, toute corde est au dessus de la courbe, toute tangente est sous la courbe et pour une fonction strictement convexe, il ne peut y avoir qu'un seul point commun entre la tangente et la courbe !
- De plus, s'il existe un point où il n'y a pas de tangente (point anguleux), il y a plusieurs positions possibles pour les droites ! Autrement dit, le cône tangent est réduit à un singleton, ssi la courbe est dérivable !
- Lien aussi avec les sous-différentiels de fonction indicatrice de convexes fermés !

Notion de tangente (courbes convexes)

- La tangente est la droite qui « épouse » le mieux localement la courbe.
- Pour des objets convexes (ou « bombés »), comme les rails en bois, on peut trouver expérimentalement la tangente !
- Cela provient du fait que pour une fonction convexe, toute corde est au dessus de la courbe, toute tangente est sous la courbe et pour une fonction strictement convexe, il ne peut y avoir qu'un seul point commun entre la tangente et la courbe !
- De plus, s'il existe un point où il n'y a pas de tangente (point anguleux), il y a plusieurs positions possibles pour les droites ! Autrement dit, le cône tangent est réduit à un singleton, ssi la courbe est dérivable !
- Lien aussi avec les sous-différentiels de fonction indicatrice de convexes fermés !

Notion de tangente (vitesse instantanée)

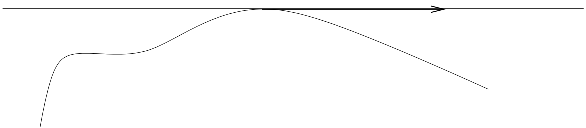


Un objet matériel se déplaçant sur une courbe (par exemple une locomotive sur un rail en bois) admet une vitesse instantanée portée par la tangente à la courbe.

Cette vitesse instantanée (dont la norme est mesurée par un compteur par exemple) peut se calculer en déterminant des vitesses moyennes sur des intervalles de plus en plus brefs.

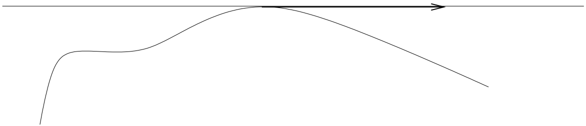
Si la locomotive déraille par exemple et quitte la voie à cet instant, les lois de la mécanique prédisent (idéalement) un mouvement ultérieur à vitesse constante qui est justement cette vitesse $\vec{v}$.

Notion de tangente (vitesse instantanée)



Un objet matériel se déplaçant sur une courbe (par exemple une locomotive sur un rail en bois) admet une vitesse instantanée portée par la tangente à la courbe.
Cette vitesse instantanée (dont la norme est mesurée par un compteur par exemple) peut se calculer en déterminant des vitesses moyennes sur des intervalles de plus en plus brefs.
Si la locomotive déraille par exemple et quitte la voie à cet instant, les lois de la mécanique prédisent (idéalement) un mouvement ultérieur à vitesse constante qui est justement cette vitesse $\vec{v}$.

Notion de tangente (vitesse instantanée)



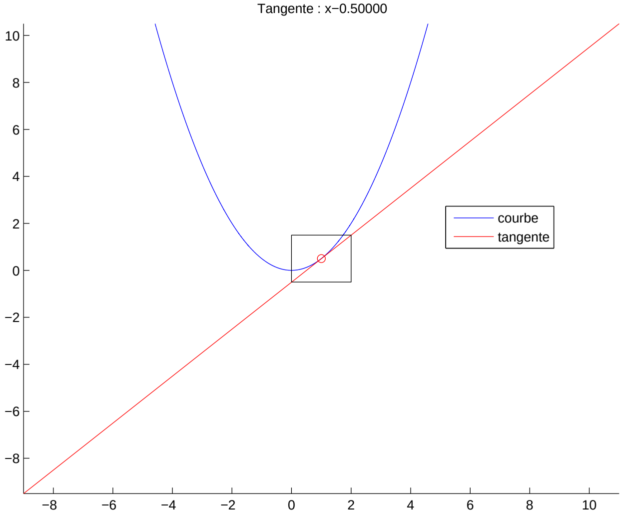
Un objet matériel se déplaçant sur une courbe (par exemple une locomotive sur un rail en bois) admet une vitesse instantanée portée par la tangente à la courbe.
Cette vitesse instantanée (dont la norme est mesurée par un compteur par exemple) peut se calculer en déterminant des vitesses moyennes sur des intervalles de plus en plus brefs.
Si la locomotive déraille par exemple et quitte la voie à cet instant, les lois de la mécanique prédisent (idéalement) un mouvement ultérieur à vitesse constante qui est justement cette vitesse $\vec{v}$.

Notion de tangente

Que l'on se rassure, toutes les pièces utilisées dans ce circuit sont relativement simples (droites, cercles, paraboles) et il existe des constructions particulières de la tangente pour toutes ces courbes !

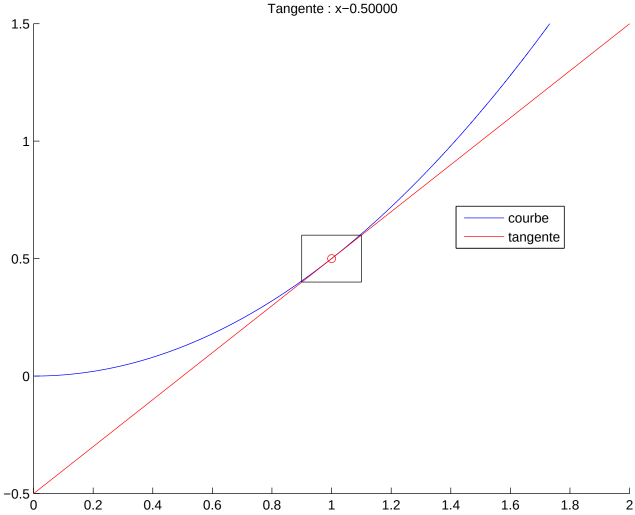
passer les figures

Notion de tangente (zoom)



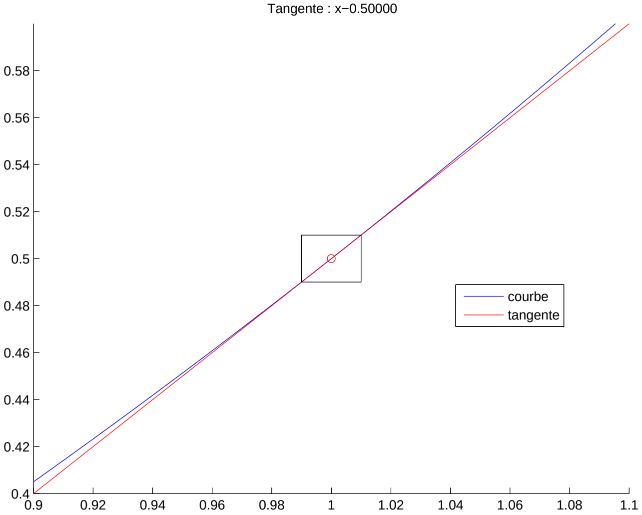
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^1$

Notion de tangente (zoom)



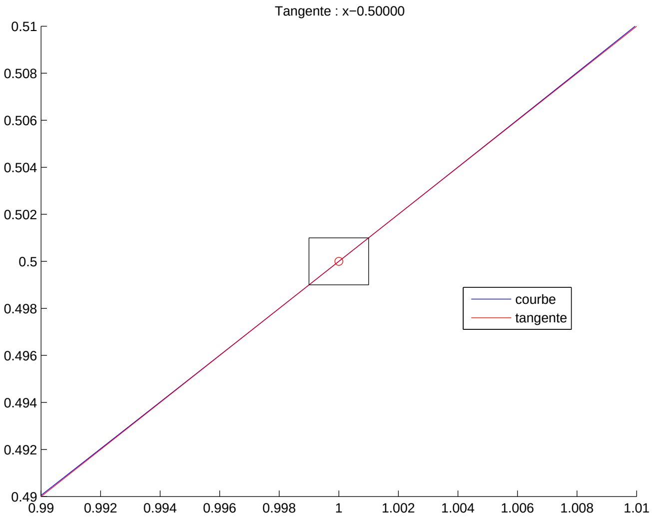
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0$

Notion de tangente (zoom)



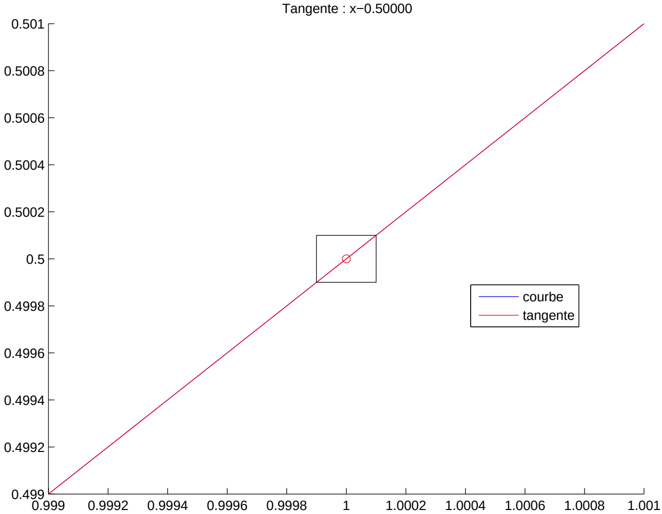
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-1}$

Notion de tangente (zoom)



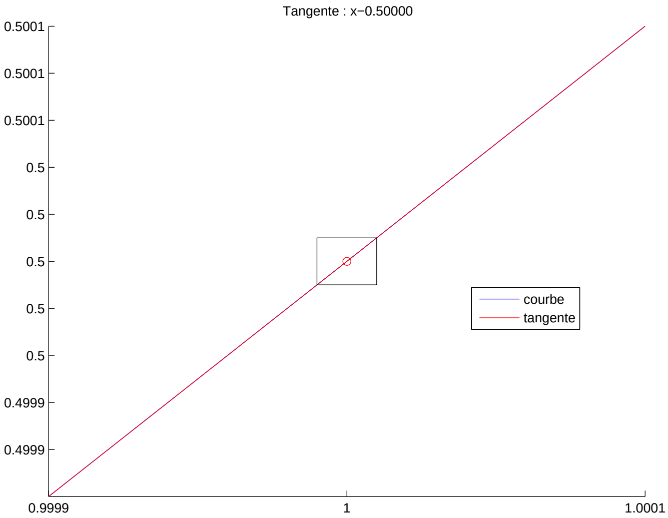
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-2}$

Notion de tangente (zoom)



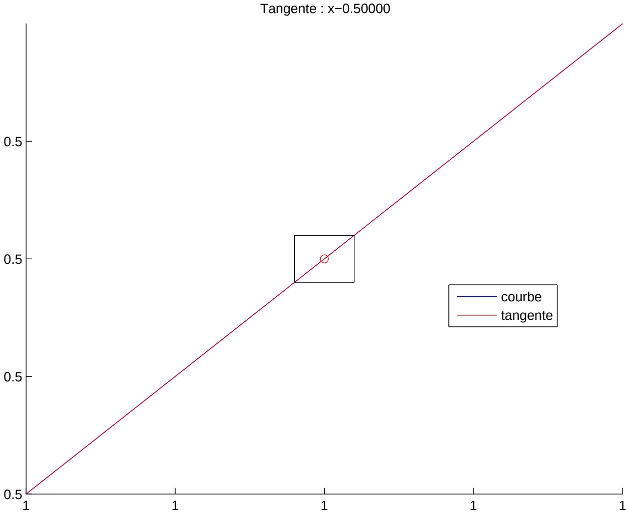
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-3}$

Notion de tangente (zoom)



Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-4}$

Notion de tangente (zoom)



Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-10}$

Notion de tangente (approche par la corde)

▸ Compléments

Notion de tangente (approximation affine locale)

Les plus grands reconnaîtront la formule suivante, valable pour h tendant vers zéro :

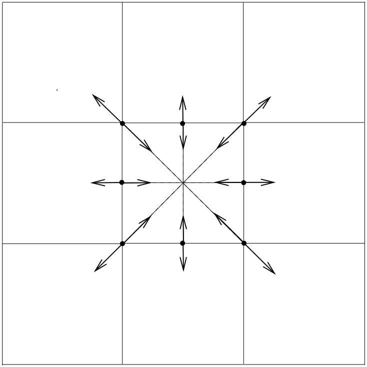
$$f(x+h) \approx f(x) + f'(x)h$$

ou encore

$$f'(x) \approx \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

revenir au début des figures

Utilisation du pavage carré du plan et des huits points associés



Si on représente le carré de base et ses huit voisins, huit points particuliers apparaissent : les quatre sommets du carrés et les quatre milieux de cotés.

Utilisation du pavage carré du plan et des huits points associés

On imposera donc à chaque portion de la trajectoire :

- d'être contenue dans le carré,
- de débuter sur un sommet du carré ou un milieu d'un côté du carré en un point A et de se terminer sur un autre sommet du carré ou un milieu d'un autre côté du carré en un point B,
- d'être tangente en A et en B aux droites reliant respectivement le centre du carré aux points A et B.

Utilisation du pavage carré du plan et des huits points associés

On imposera donc à chaque portion de la trajectoire :

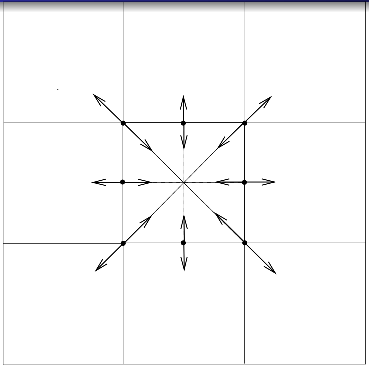
- d'être contenue dans le carré,
- de débuter sur un sommet du carré ou un milieu d'un côté du carré en un point A et de se terminer sur un autre sommet du carré ou un milieu d'un autre côté du carré en un point B,
- d'être tangente en A et en B aux droites reliant respectivement le centre du carré aux points A et B.

Utilisation du pavage carré du plan et des huits points associés

On imposera donc à chaque portion de la trajectoire :

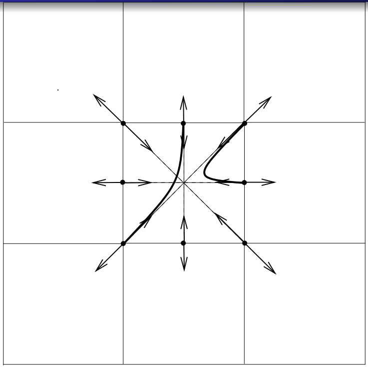
- d'être contenue dans le carré,
- de débuter sur un sommet du carré ou un milieu d'un côté du carré en un point A et de se terminer sur un autre sommet du carré ou un milieu d'un autre côté du carré en un point B,
- d'être tangente en A et en B aux droites reliant respectivement le centre du carré aux points A et B.

Utilisation du pavage carré du plan et des huits points associés



Si on représente le carré de base et ses huit voisins, huit points particuliers apparaissent : les quatre sommets du carrés et les quatre milieux de cotés.

Utilisation du pavage carré du plan et des huits points associés



Deux exemples de courbe

Ainsi, si une boucle est refermée, la trajectoire est assurée d'être continue et dérivable au premier et dernier point et l'encastrement est donc parfait !

Problème des « tchin »

- N personnes trinquent ensemble, chacune d'elles trinquant une fois seulement avec chacune des autres. Combien de « tchin » en tout.
-
  - Chaque personne trinque avec les $N-1$ autres personnes ;
  - On a donc $N \times (N-1)$ « tchin », à diviser par deux, puisque dans ce raisonnement, chaque « tchin » est compté deux fois.
  - Le résultat est donc $N(N-1)/2 = C_N^2 = \binom{N}{2}$ « tchin ».
- Ici, $N = 8$, puisque chacun des huits points (sommets ou milieux) doit être relié une fois seulement aux autres ! Donc, il faut $8 \times 7/2 = 4 \times 7 = 28$, courbes, ce qui est beaucoup trop élevé si elles sont toutes différentes.

Problème des « tchin »

- N personnes trinquent ensemble, chacune d'elles trinquant une fois seulement avec chacune des autres. Combien de « tchin » en tout.
-
  - Chaque personne trinque avec les $N-1$ autres personnes ;
  - On a donc $N \times (N-1)$ « tchin », à diviser par deux, puisque dans ce raisonnement, chaque « tchin » est compté deux fois.
  - Le résultat est donc $N(N-1)/2 = C_N^2 = \binom{N}{2}$ « tchin ».
- Ici, $N = 8$, puisque chacun des huits points (sommets ou milieux) doit être relié une fois seulement aux autres ! Donc, il faut $8 \times 7/2 = 4 \times 7 = 28$, courbes, ce qui est beaucoup trop élevé si elles sont toutes différentes.

Problème des « tchin »

- N personnes trinquent ensemble, chacune d'elles trinquant une fois seulement avec chacune des autres. Combien de « tchin » en tout.
-
  - Chaque personne trinque avec les $N-1$ autres personnes ;
  - On a donc $N \times (N-1)$ « tchin », à diviser par deux, puisque dans ce raisonnement, chaque « tchin » est compté deux fois.
  - Le résultat est donc $N(N-1)/2 = C_N^2 = \binom{N}{2}$ « tchin ».
- Ici, $N = 8$, puisque chacun des huits points (sommets ou milieux) doit être relié une fois seulement aux autres ! Donc, il faut $8 \times 7/2 = 4 \times 7 = 28$, courbes, ce qui est beaucoup trop élevé si elles sont toutes différentes.

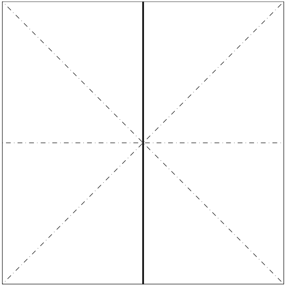
Problème des « tchin »

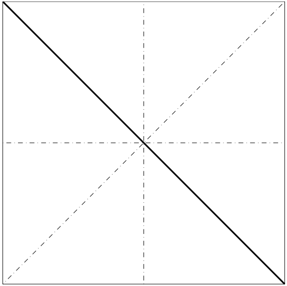
- N personnes trinquent ensemble, chacune d'elles trinquant une fois seulement avec chacune des autres. Combien de « tchin » en tout.
-
  - Chaque personne trinque avec les $N - 1$ autres personnes ;
  - On a donc $N \times (N - 1)$ « tchin », à diviser par deux, puisque dans ce raisonnement, chaque « tchin » est compté deux fois.
  - Le résultat est donc $N(N - 1)/2 = C_N^2 = \binom{N}{2}$ « tchin ».
- Ici, $N = 8$, puisque chacun des huits points (sommets ou milieux) doit être relié une fois seulement aux autres ! Donc, il faut $8 \times 7/2 = 4 \times 7 = 28$, courbes, ce qui est beaucoup trop élevé si elles sont toutes différentes.

Problème des « tchin »

- N personnes trinquent ensemble, chacune d'elles trinquant une fois seulement avec chacune des autres. Combien de « tchin » en tout.
-
    - Chaque personne trinque avec les $N-1$ autres personnes ;
    - On a donc $N \times (N-1)$ « tchin », à diviser par deux, puisque dans ce raisonnement, chaque « tchin » est compté deux fois.
    - Le résultat est donc $N(N-1)/2 = C_N^2 = \binom{N}{2}$ « tchin ».
- Ici, $N = 8$, puisque chacun des huits points (sommets ou milieux) doit être relié une fois seulement aux autres ! Donc, il faut $8 \times 7/2 = 4 \times 7 = 28$, courbes, ce qui est beaucoup trop élevé si elles sont toutes différentes.

Les cas les plus simples : les deux rails droits





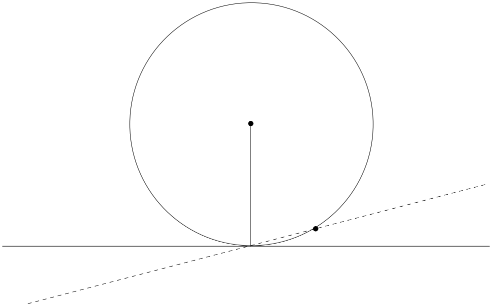
Les deux courbes sont des segments de droites, qui se superposent à leur tangente.

$\Longrightarrow$ Deux rails droits de longueurs respectives $c = 21.8$ et $\sqrt{2} \times 21.8$

Compléments (rapides)

Compléments

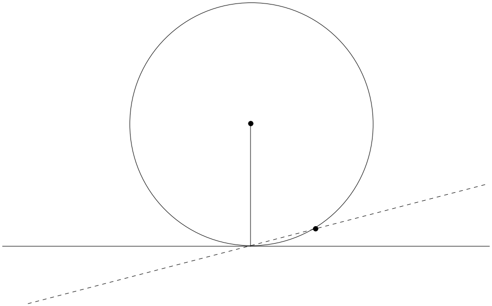
Rappel sur la tangente à un cercle



La seule droite qui ne coupe le cercle qu'en un seul point est la droite passant par ce point et perpendiculaire au rayon.

La droite et le cercle « se touchent » en un seul point. Le mot tangent vient du latin « toucher » (Toccare en italien).

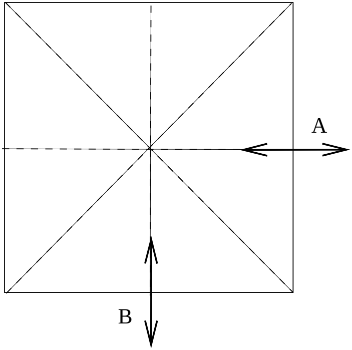
Rappel sur la tangente à un cercle



La seule droite qui ne coupe le cercle qu'en un seul point est la droite passant par ce point et perpendiculaire au rayon.

La droite et le cercle « se touchent » en un seul point. Le mot tangent vient du latin « toucher » (Toccare en italien).

Un autre cas : un rail circulaire

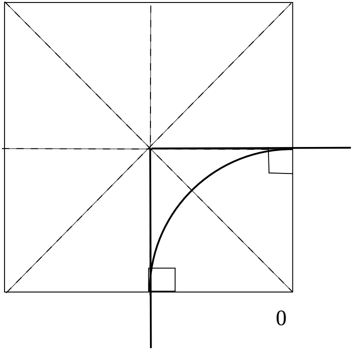


Trouver un cercle passant par A et B et tangent en ces points.

Question : est-ce qu'il existe d'autre solution (en forme de cercle) ?

Compléments

Un autre cas : un rail circulaire

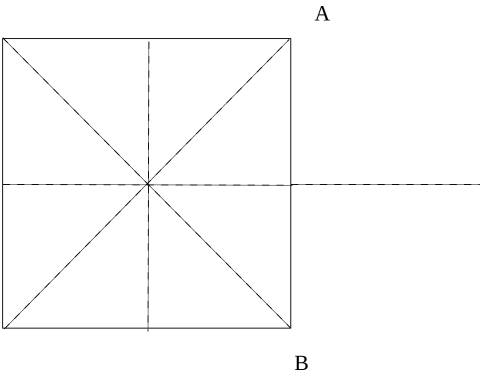


Un cercle de centre 0, de rayon $c/2$.

Question : est-ce qu'il existe d'autre solution (en forme de cercle) ?

▸ Compléments

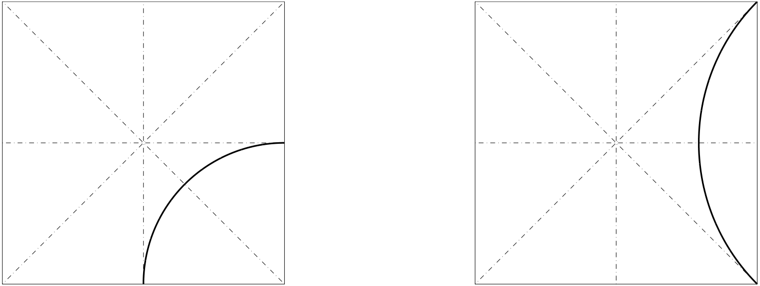
Application : un autre arc de cercle



Trouver un cercle tangent aux points A et B aux droites données.

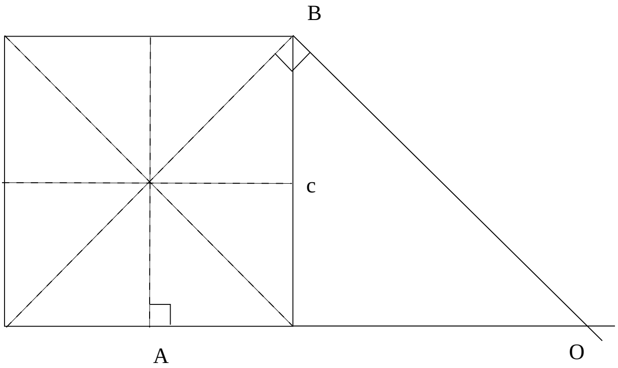
Compléments

Les rails circulaires obtenus



$\Longrightarrow$ Deux rails circulaires de rayons respectifs $21.8/2$ et $\sqrt{2}/2 \times 21.8$

Autre application : rercherche d'un autre arc de cercle

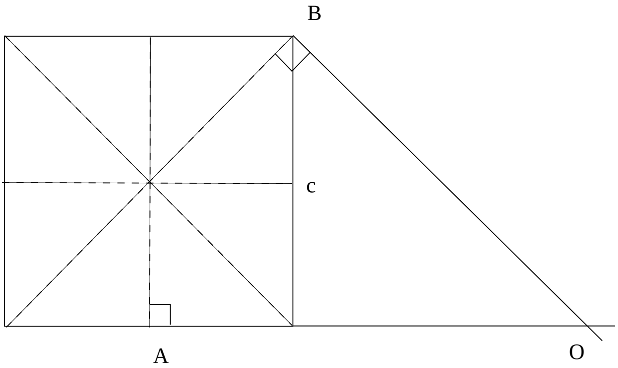


Si le cercle existe, tangent aux points A et B aux droites données, son centre ne peut qu'être qu'en O. Le rayon serait alors égal à $OA = OB$. Or $OA = c + c/2 = 3/2c$ et $0B = \sqrt{2}c$.

On a $3/2 \neq \sqrt{2}$!

Compléments

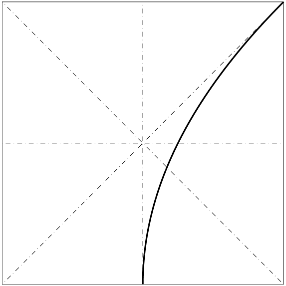
Autre application : rercherche d'un autre arc de cercle



Si le cercle existe, tangent aux points A et B aux droites données, son centre ne peut qu'être qu'en O. Le rayon serait alors égal à $OA = OB$. Or $OA = c + c/2 = 3/2c$ et $0B = \sqrt{2}c$.
On a $3/2 \neq \sqrt{2}$!

Compléments

On utilise alors une parabole

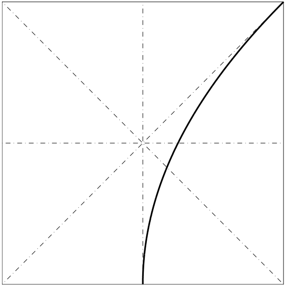


Construction admise (existence et unicité) !

Question : comment vérifier la tangente ?

Compléments

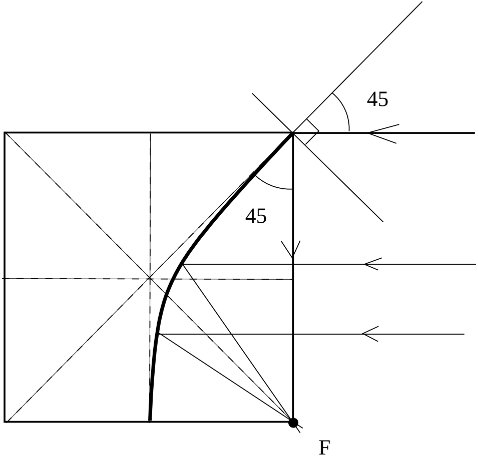
On utilise alors une parabole



Construction admise (existence et unicité) !
Question : comment vérifier la tangente ?

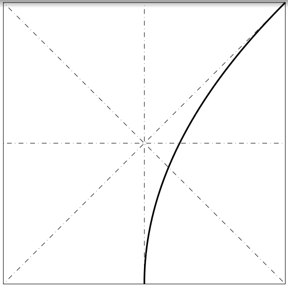
Compléments

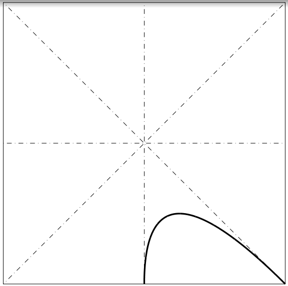
Vérification de la tangente de la parabole



Puisque l'on a un angle de 45° et que le foyer est connu, la droite en question est bien la tangente !

Deux Courbes définies par des Courbes de Bézier





En fait, la parabole est un cas particulier d'une courbe de Bézier (d'ordre 2).

$\Longrightarrow$ Deux courbes de Bézier (la seconde sera évincée car trop incurvée).

▸ Compléments

Retour aux 28 « tchin »

- On a dénombré 6 courbes sur les 28 nécessaires et le compte n'y est pas !
- Heureusement, les pièces peuvent être déplacées, voire retournées et interviennent alors les huit isométries qui laissent invariant notre carré de base.
- Deux seules suffisent : une rotation de centre le centre du carré et d'angle 45° et une symétrie par rapport à une des médiatrices (groupes engendré).
- Une isométrie directe traduit un déplacement par rotation et translation tandis qu'une isométrie indirecte fait intervenir en plus une reflexion (donc un « retournement » de la pièce).
- Question : pourquoi la dernière pièce est construite en deux types, contrairement aux pièces droites et circulaires ?

Retour aux 28 « tchin »

- On a dénombré 6 courbes sur les 28 nécessaires et le compte n'y est pas !
- Heureusement, les pièces peuvent être déplacées, voire retournées et interviennent alors les huit isométries qui laissent invariant notre carré de base.
- Deux seules suffisent : une rotation de centre le centre du carré et d'angle 45° et une symétrie par rapport à une des médiatrices (groupes engendré).
- Une isométrie directe traduit un déplacement par rotation et translation tandis qu'une isométrie indirecte fait intervenir en plus une reflexion (donc un « retournement » de la pièce).
- Question : pourquoi la dernière pièce est construite en deux types, contrairement aux pièces droites et circulaires ?

Retour aux 28 « tchin »

- On a dénombré 6 courbes sur les 28 nécessaires et le compte n'y est pas !
- Heureusement, les pièces peuvent être déplacées, voire retournées et interviennent alors les huit isométries qui laissent invariant notre carré de base.
- Deux seules suffisent : une rotation de centre le centre du carré et d'angle 45° et une symétrie par rapport à une des médiatrices (groupes engendré).
- Une isométrie directe traduit un déplacement par rotation et translation tandis qu'une isométrie indirecte fait intervenir en plus une reflexion (donc un « retournement » de la pièce).
- Question : pourquoi la dernière pièce est construite en deux types, contrairement aux pièces droites et circulaires ?

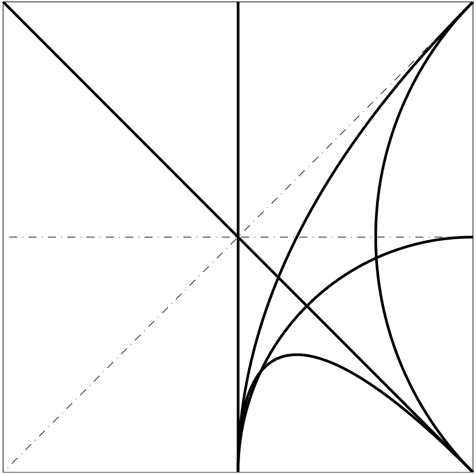
Retour aux 28 « tchin »

- On a dénombré 6 courbes sur les 28 nécessaires et le compte n'y est pas !
- Heureusement, les pièces peuvent être déplacées, voire retournées et interviennent alors les huit isométries qui laissent invariant notre carré de base.
- Deux seules suffisent : une rotation de centre le centre du carré et d'angle 45° et une symétrie par rapport à une des médiatrices (groupes engendré).
- Une isométrie directe traduit un déplacement par rotation et translation tandis qu'une isométrie indirecte fait intervenir en plus une reflexion (donc un « retournement » de la pièce).
- Question : pourquoi la dernière pièce est construite en deux types, contrairement aux pièces droites et circulaires ?

Retour aux 28 « tchin »

- On a dénombré 6 courbes sur les 28 nécessaires et le compte n'y est pas !
- Heureusement, les pièces peuvent être déplacées, voire retournées et interviennent alors les huit isométries qui laissent invariant notre carré de base.
- Deux seules suffisent : une rotation de centre le centre du carré et d'angle 45° et une symétrie par rapport à une des médiatrices (groupes engendré).
- Une isométrie directe traduit un déplacement par rotation et translation tandis qu'une isométrie indirecte fait intervenir en plus une reflexion (donc un « retournement » de la pièce).
- Question : pourquoi la dernière pièce est construite en deux types, contrairement aux pièces droites et circulaires ?

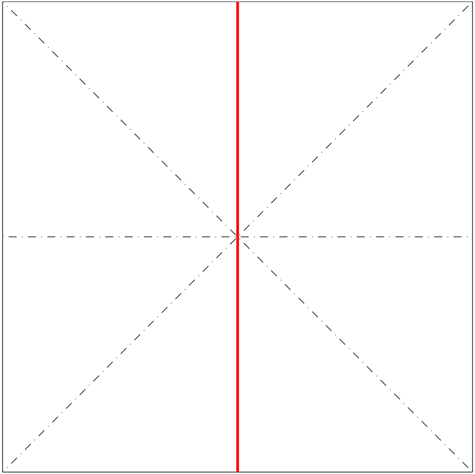
Ensemble des courbes retenues



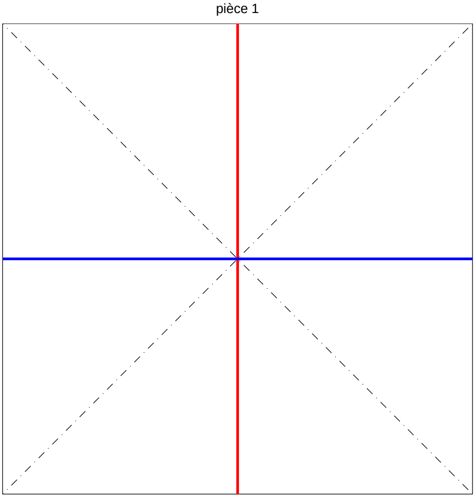
passer les figures

Images de ces courbes par les isométries

pièce 1

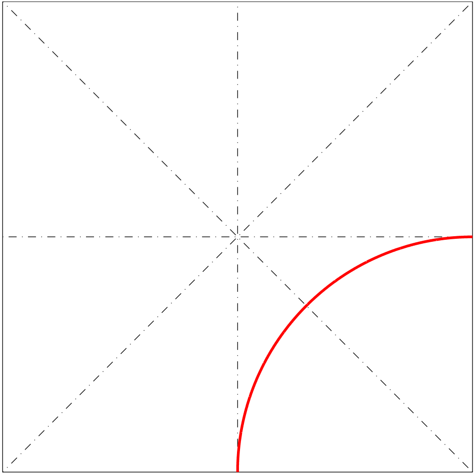


Images de ces courbes par les isométries

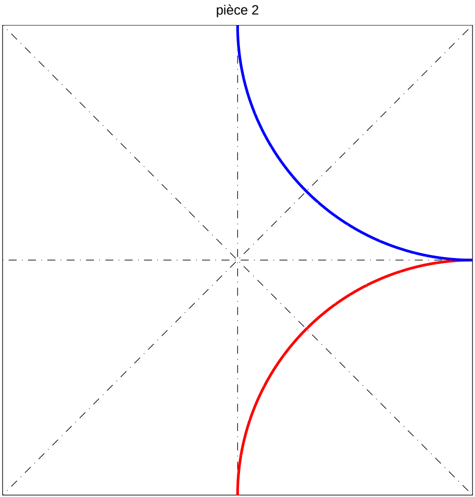


Images de ces courbes par les isométries

pièce 2

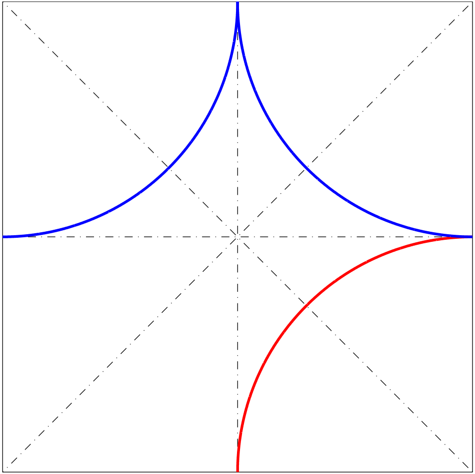


Images de ces courbes par les isométries

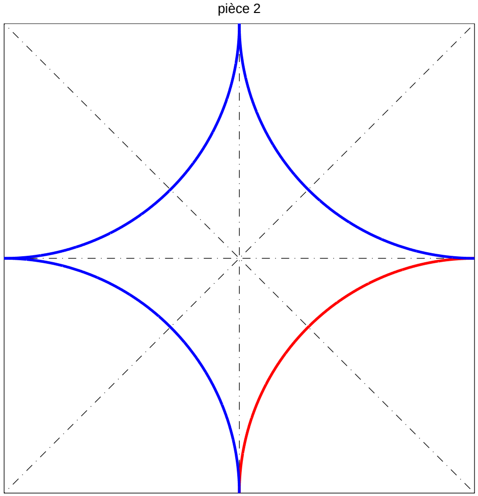


Images de ces courbes par les isométries

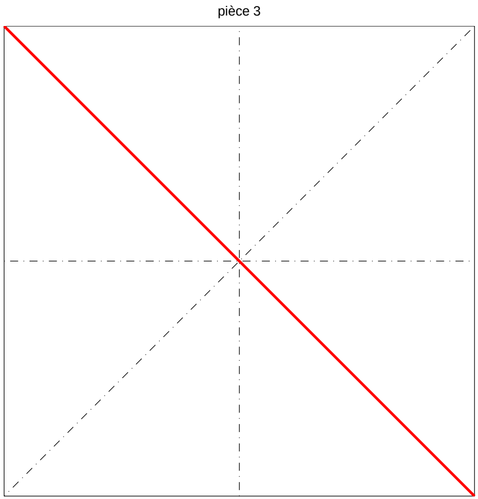
pièce 2



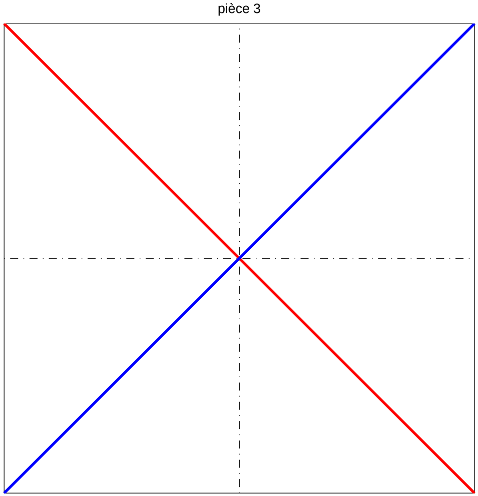
Images de ces courbes par les isométries



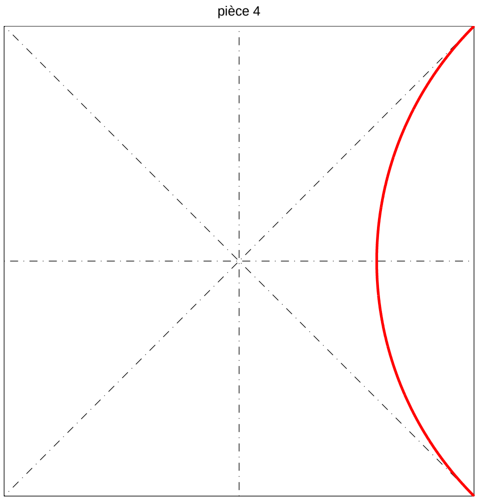
Images de ces courbes par les isométries



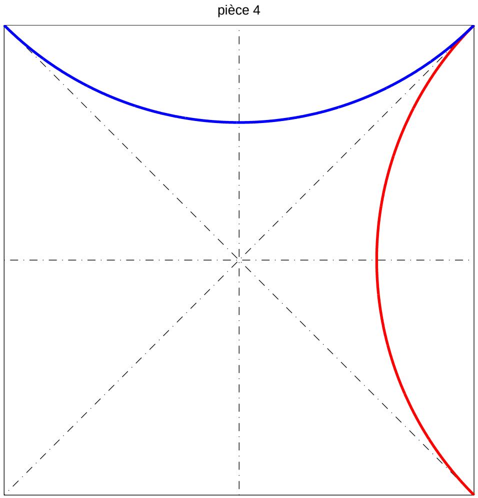
Images de ces courbes par les isométries



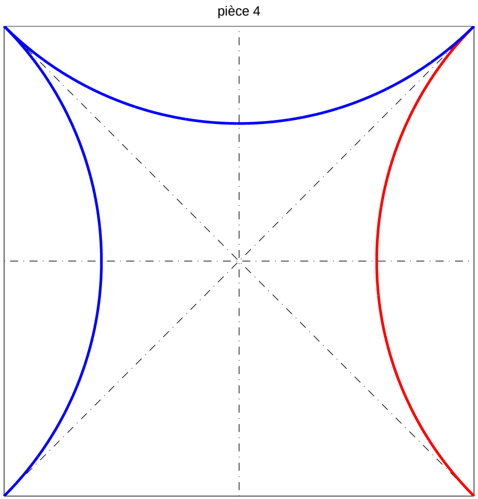
Images de ces courbes par les isométries



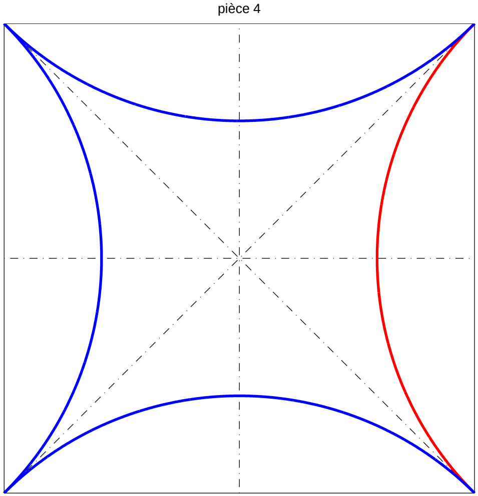
Images de ces courbes par les isométries



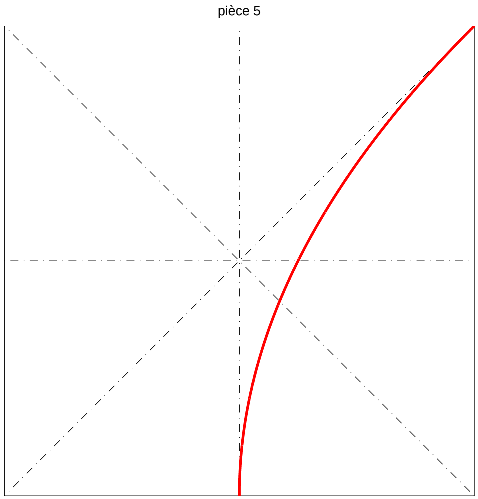
Images de ces courbes par les isométries



Images de ces courbes par les isométries

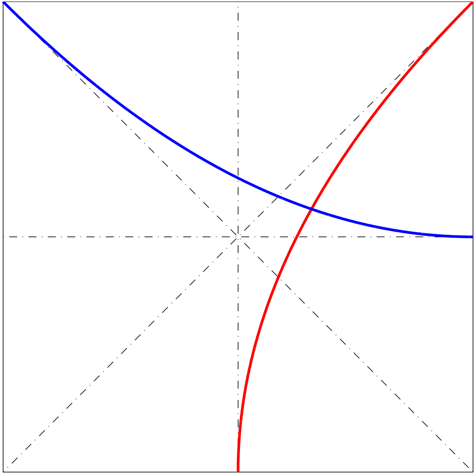


Images de ces courbes par les isométries

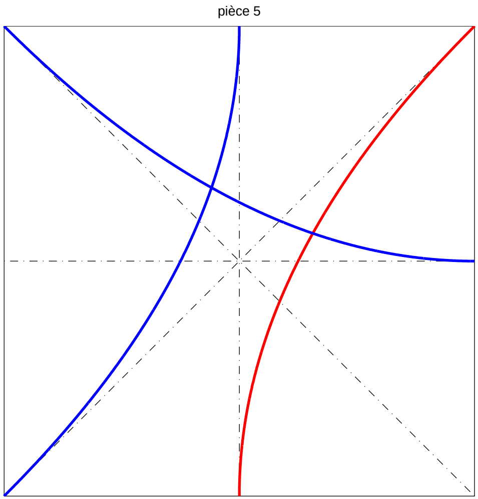


Images de ces courbes par les isométries

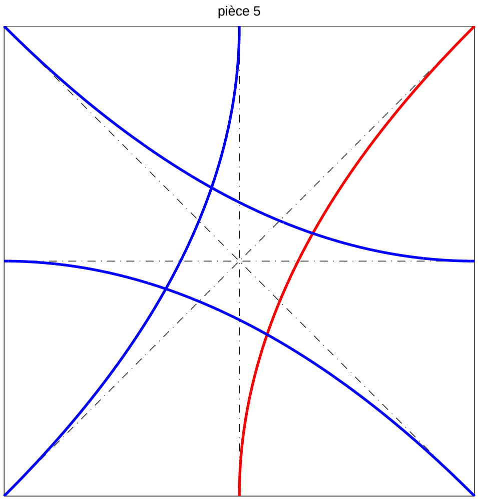
pièce 5



Images de ces courbes par les isométries

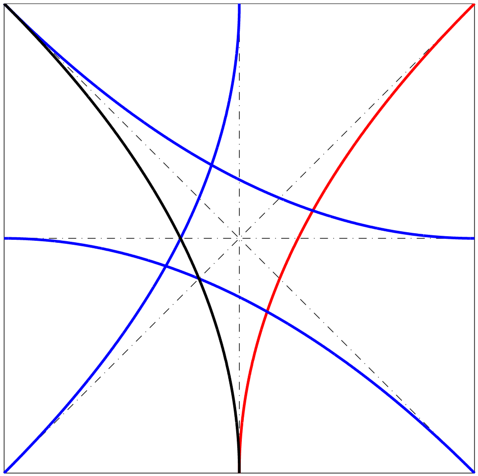


Images de ces courbes par les isométries

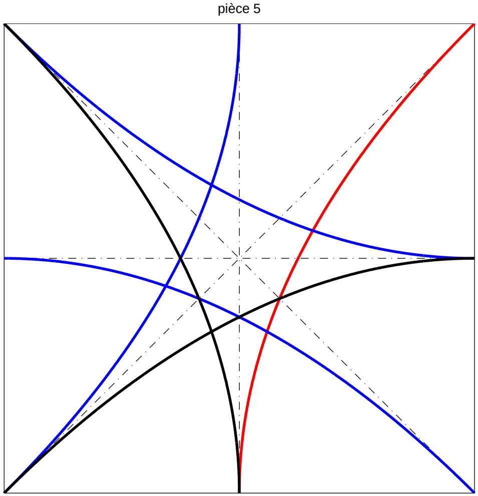


Images de ces courbes par les isométries

pièce 5

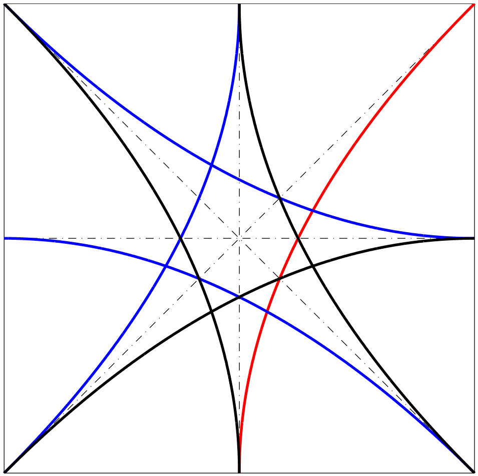


Images de ces courbes par les isométries

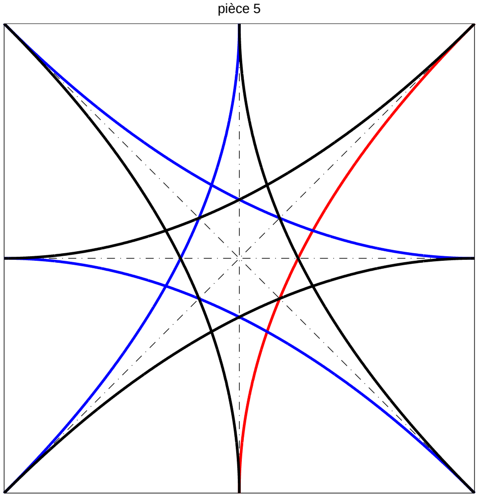


Images de ces courbes par les isométries

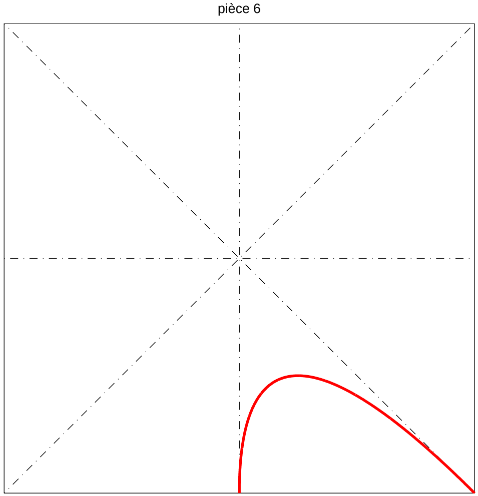
pièce 5



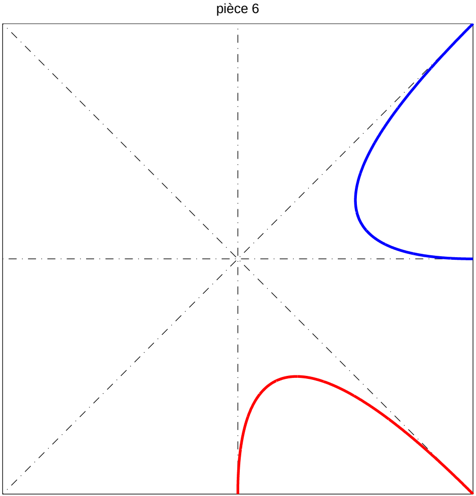
Images de ces courbes par les isométries



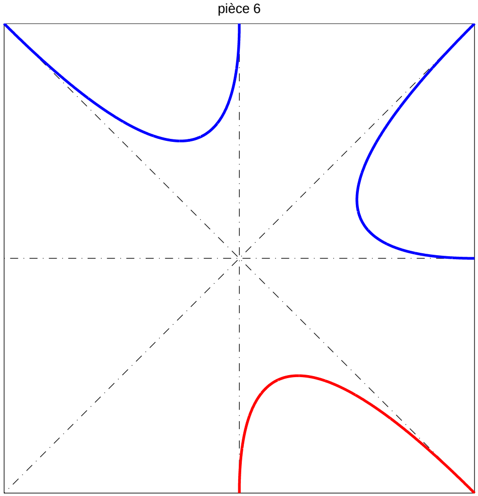
Images de ces courbes par les isométries



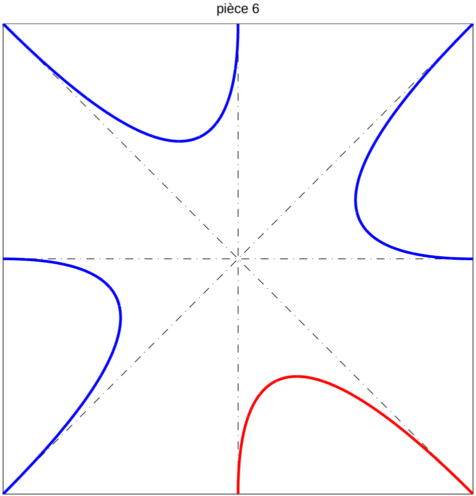
Images de ces courbes par les isométries



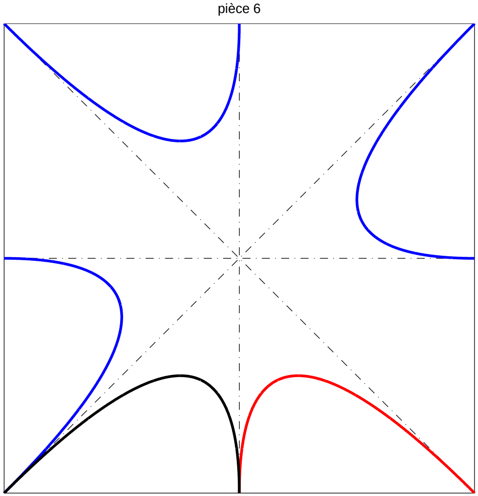
Images de ces courbes par les isométries



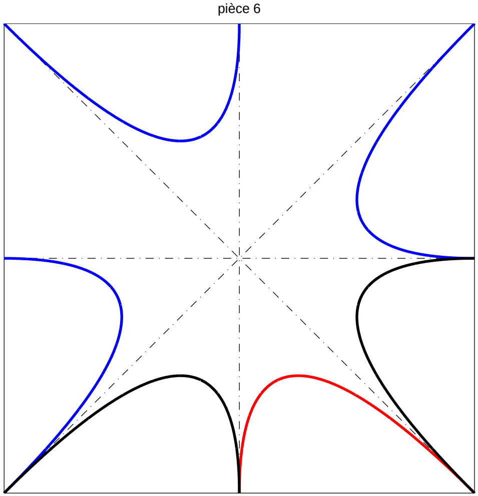
Images de ces courbes par les isométries



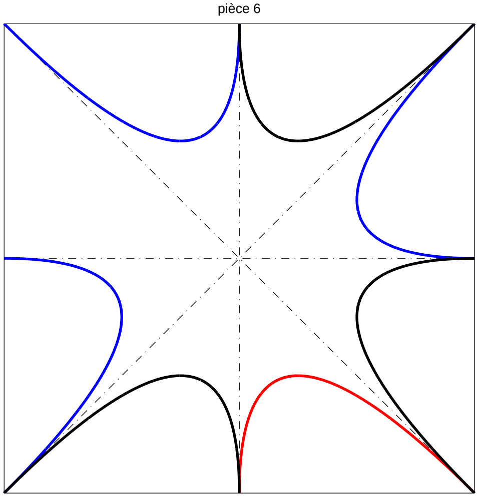
Images de ces courbes par les isométries



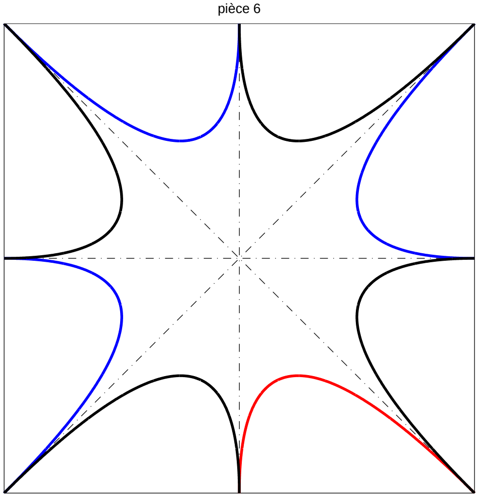
Images de ces courbes par les isométries



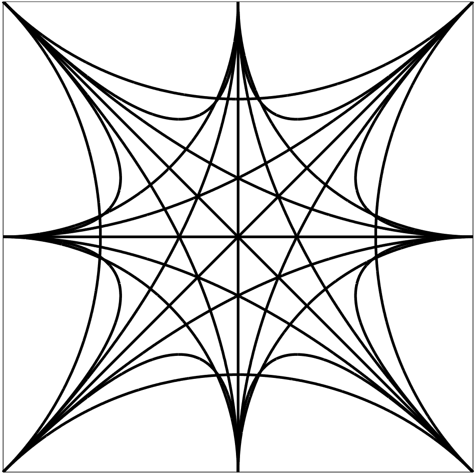
Images de ces courbes par les isométries



Images de ces courbes par les isométries

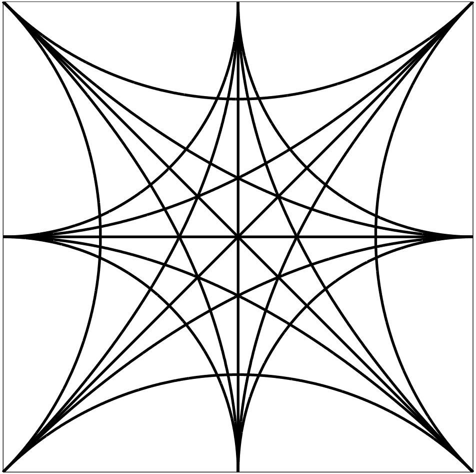


Ensemble des courbes possibles



$\Longrightarrow$ 28 courbes possibles !

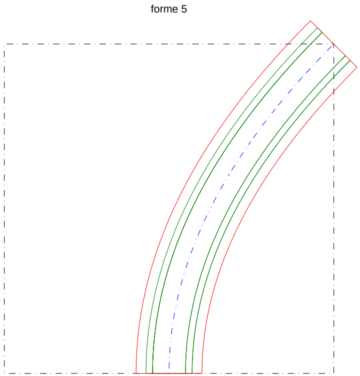
Ensemble des courbes possibles



En enlevant les 8 pièces 6, restent $28 - 8 = 20$ courbes possibles !

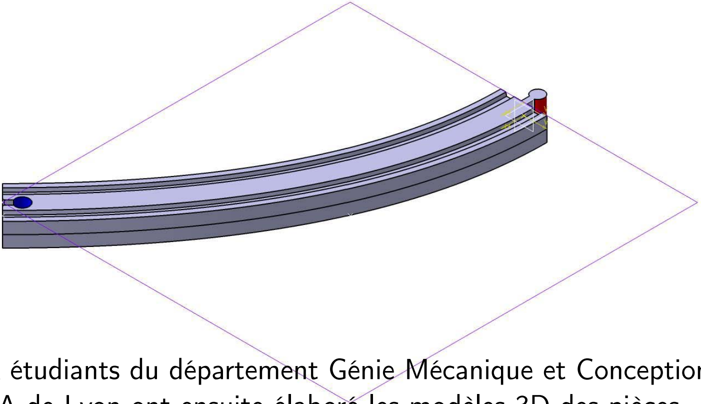
revenir au début des figures

Construction des passages et des bords



Une fois les six courbes construites, il faut définir les passages (des roues) et éventuellement les bords.

Élaboration des modèles 3D (CA0)



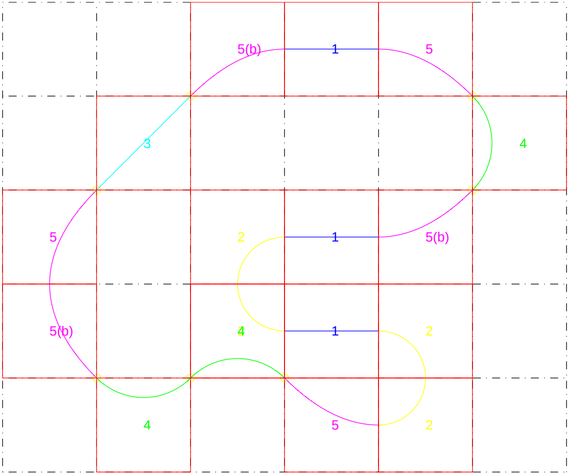
Deux étudiants du département Génie Mécanique et Conception de l'INSA de Lyon ont ensuite élaboré les modèles 3D des pièces.

Fabrication finale des prototypes

Enfin, les prototypes en bois (bois massif certifié PEFC à 100 %) ont été réalisés par l'entreprise AS'Bois à Saint-Julien sur Suran (Jura, `http://www.as-bois.fr`).

Retour sur le plan A

p1: 3, p2: 4, p3: 1, p4: 3, p5: 3, p5(b): 3

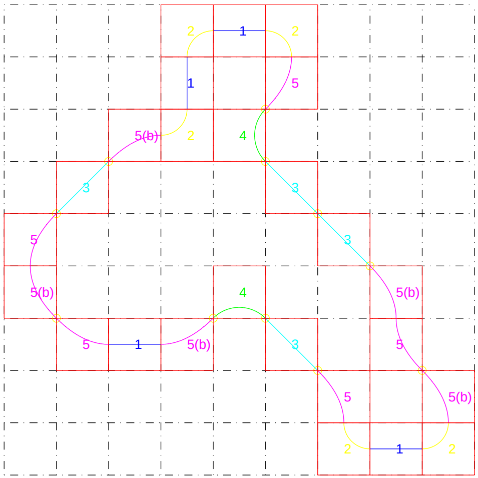


Retour sur le plan A

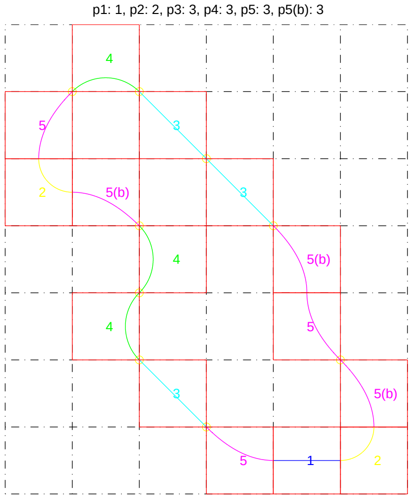
Ainsi, il faut partir d'un point, choisir les pièces pour revenir à ce point et lors de la pose de la dernière pièce, correctement choisie, la trajectoire est assurée d'être continue et dérivable en ce point et l'encastrement est donc parfait !

Retour sur le plan B

p1: 4, p2: 5, p3: 4, p4: 2, p5: 5, p5(b): 5



Retour sur le plan C



Un grand nombre de boucles possibles

Nombre de rails utilisés	Système *Easy Loop*		Système traditionnel	
	théorique	4 rails	théorique	12 rails
1 à 3	0	0	0	0
4	2	2	1	1
5	1	1	0	0
6	5	5	1	1
7	7	6	0	0
8	33	28	4	4
9	74	63	0	0
10	304	244	7	7
11	986	753	0	0

On constate donc le nombre élevé de possibilités offertes par notre système par rapport aux systèmes traditionnels !

Dans le transport réel ?

Compléments

Sommaire

« Nul n'entre ici s'il n'est géomètre »

- La géométrie est enseignée depuis les toutes petites classes jusqu'à l'université ! Elle donne lieu à de beaux problèmes que l'on peut résoudre plus ou moins subtilement.
- À mon goût, trés formatrice puisqu'elle fait raisonner sur des concepts, elle n'est pas assez … appréciée par les élèves ! Pour les Pythagoryciens, elle est à la base de la philosophie, comme outil de raisonnement.
- Pensez aussi au génial Galois qui désignait les mathématiciens par le terme géométre [Dal82] !
- J'espère que cet exposé aura donné à la géométrie une place meilleure dans vos esprits !

« Nul n'entre ici s'il n'est géomètre »

- La géométrie est enseignée depuis les toutes petites classes jusqu'à l'université ! Elle donne lieu à de beaux problèmes que l'on peut résoudre plus ou moins subtilement.
- À mon goût, trés formatrice puisqu'elle fait raisonner sur des concepts, elle n'est pas assez ... appréciée par les élèves ! Pour les Pythagoryciens, elle est à la base de la philosophie, comme outil de raisonnement.
- Pensez aussi au génial Galois qui désignait les mathématiciens par le terme géométre [Dal82] !
- J'espère que cet exposé aura donné à la géométrie une place meilleure dans vos esprits !

« Nul n'entre ici s'il n'est géomètre »

- La géométrie est enseignée depuis les toutes petites classes jusqu'à l'université ! Elle donne lieu à de beaux problèmes que l'on peut résoudre plus ou moins subtilement.
- À mon goût, trés formatrice puisqu'elle fait raisonner sur des concepts, elle n'est pas assez … appréciée par les élèves ! Pour les Pythagoryciens, elle est à la base de la philosophie, comme outil de raisonnement.
- Pensez aussi au génial Galois qui désignait les mathématiciens par le terme géométre [Dal82] !
- J'espère que cet exposé aura donné à la géométrie une place meilleure dans vos esprits !

« Nul n'entre ici s'il n'est géomètre »

- La géométrie est enseignée depuis les toutes petites classes jusqu'à l'université ! Elle donne lieu à de beaux problèmes que l'on peut résoudre plus ou moins subtilement.
- À mon goût, trés formatrice puisqu'elle fait raisonner sur des concepts, elle n'est pas assez ... appréciée par les élèves ! Pour les Pythagoryciens, elle est à la base de la philosophie, comme outil de raisonnement.
- Pensez aussi au génial Galois qui désignait les mathématiciens par le terme géométre [Dal82] !
- J'espère que cet exposé aura donné à la géométrie une place meilleure dans vos esprits !

Quelques exemples de problèmes de géométrie

- Trois vieux problèmes de géométrie sont restés des conjuctures pendant plus de deux millénaires (la fameuse quadrature du cercle, mais aussi la trissection de l'angle et la duplication du cube) avant que l'on ne découvre au dix-neuvième siècles, la théorie des corps et des points constructibles à la règle et au compas ainsi que la trancendance de π.
- Viennent ensuite les théories algèbristes et formalisées qui font durer l'aspect toujours moderne de la géométrie (penser par exemple au jeu *Dobble* ©).

Compléments

Quelques exemples de problèmes de géométrie

- Trois vieux problèmes de géométrie sont restés des conjuctures pendant plus de deux millénaires (la fameuse quadrature du cercle, mais aussi la trissection de l'angle et la duplication du cube) avant que l'on ne découvre au dix-neuvième siècles, la théorie des corps et des points constructibles à la règle et au compas ainsi que la trancendance de π.
- Viennent ensuite les théories algèbristes et formalisées qui font durer l'aspect toujours moderne de la géométrie (penser par exemple au jeu *Dobble* ©).

Compléments

Sommaire

Atelier

- Manipulation des rails
- Réalisation et impression des plans (avant ou après !)
- Questions ?

Informations, contact

- jerome.bastien@univ-lyon1.fr

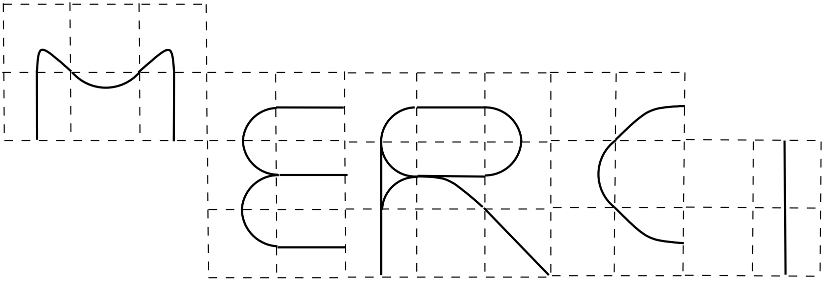
- http://easyloop.toys/
- http://utbmjb.chez-alice.fr/recherche/brevet_rail/detail_brevet_rails.html

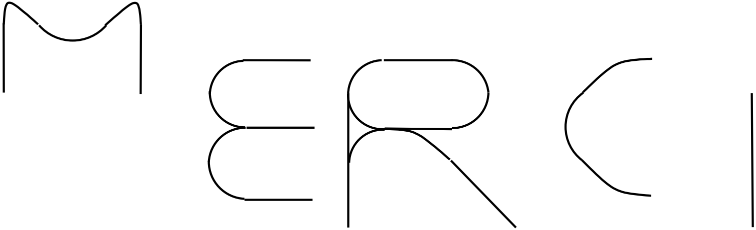
Le programme permettant de faire des plans sera bientôt en ligne.

Informations, contact

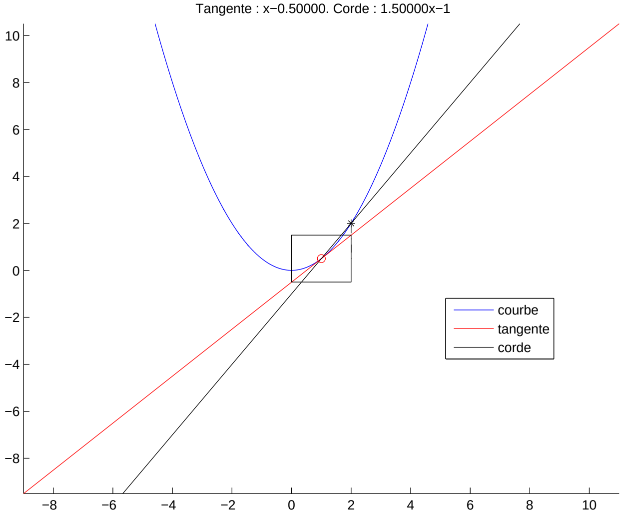
- jerome.bastien@univ-lyon1.fr
- http://easyloop.toys/
- http://utbmjb.chez-alice.fr/recherche/brevet_rail/detail_brevet_rails.html

Le programme permettant de faire des plans sera bientôt en ligne.


MERCI

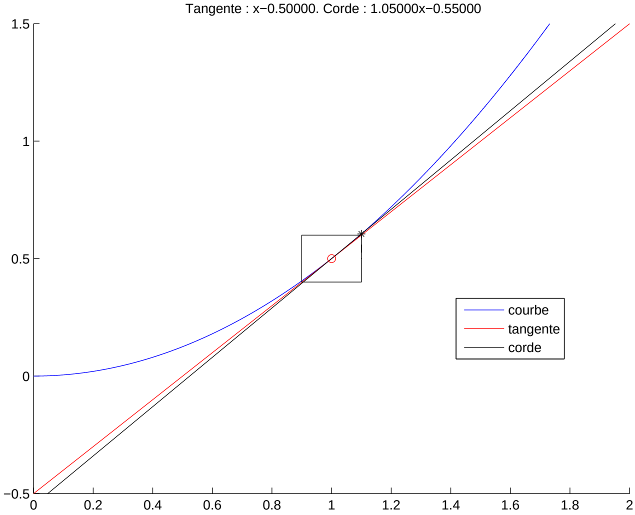

MERCI

Notion de tangente (approche par la corde)



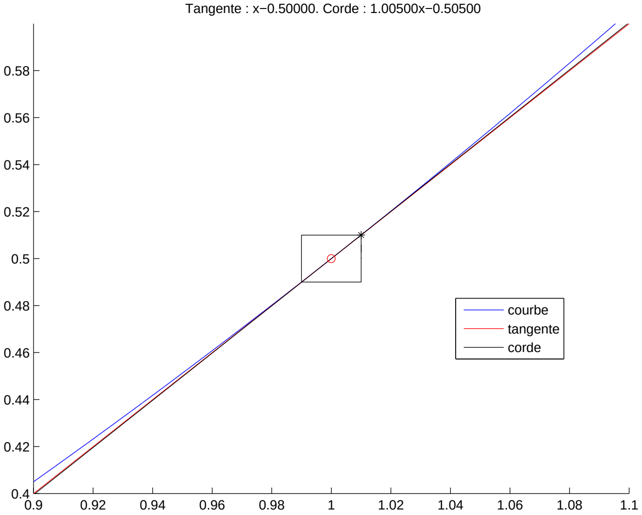
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^1$

Notion de tangente (approche par la corde)



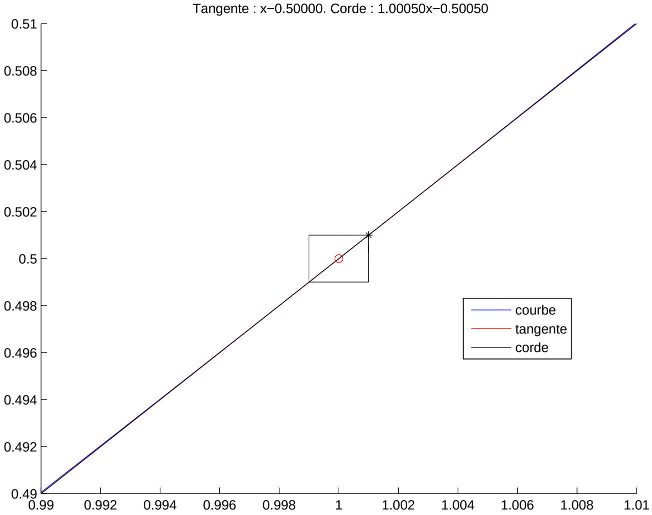
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0$

Notion de tangente (approche par la corde)



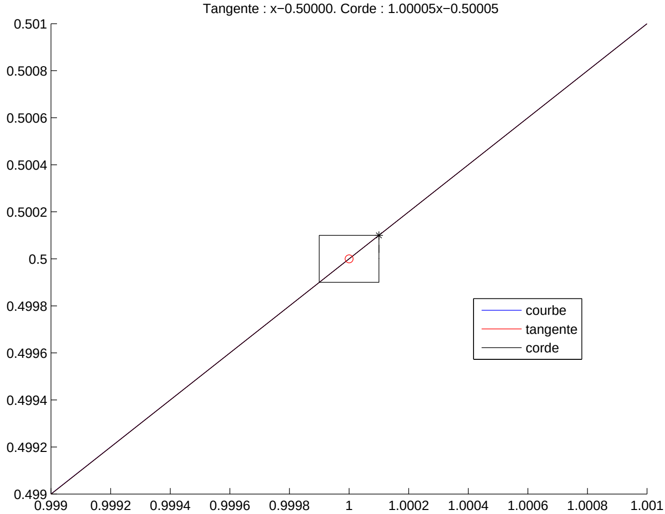
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-1}$

Notion de tangente (approche par la corde)



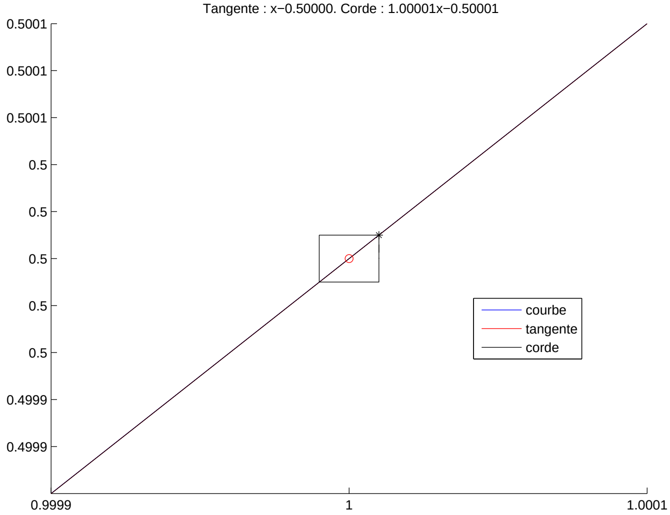
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-2}$

Notion de tangente (approche par la corde)



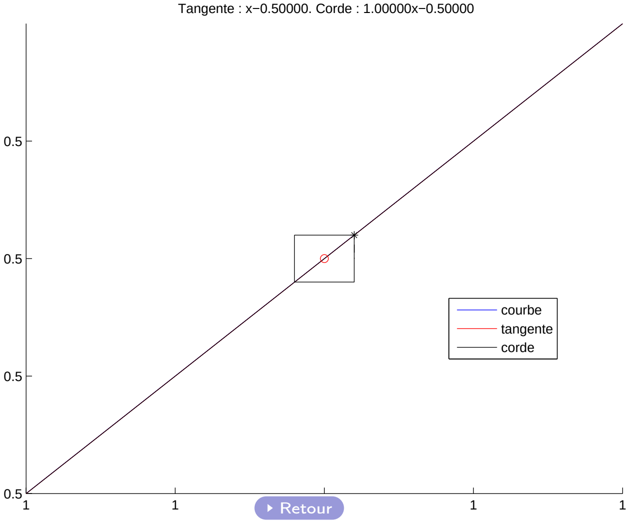
Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-3}$

Notion de tangente (approche par la corde)



Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-4}$

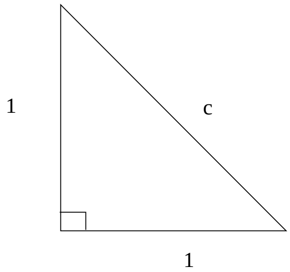
Notion de tangente (approche par la corde)



▸ Retour

Zoom sur $x_0 = 1 \pm 1.0\,10^{-10}$

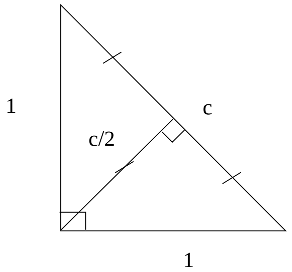
Rappel : le théorème de Pythagore (cas particulier)



L'aire du triangle vaut $A = \frac{1}{2} \times 1 \times 1 = \frac{1}{2}$

Retour

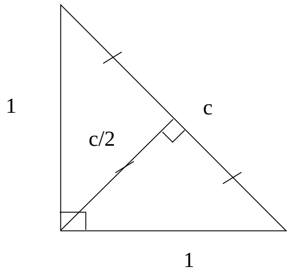
Rappel : le théorème de Pythagore (cas particulier)



Mais aussi $A = \frac{1}{2}c \times \frac{c}{2} = \frac{c^2}{4}$

Retour

Rappel : le théorème de Pythagore (cas particulier)

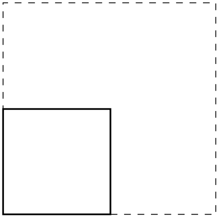


et donc $\frac{c^2}{4} = \frac{1}{2}$ et $c^2 = 2$, soit $c = \sqrt{2}$.

Retour

Rappel : le théorème de Pythagore

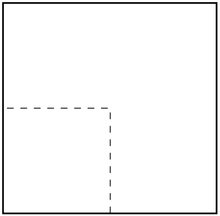
Faisons une preuve, « à la Socrate », issue du dialogue du Ménon !



Tracer un carré d'aire deux fois plus grande que le carré tracé en gras (de coté 1).

Rappel : le théorème de Pythagore

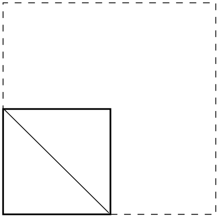
Faisons une preuve, « à la Socrate », issue du dialogue du Ménon !



Si on double le coté, la surface est quatre fois plus grande.

Rappel : le théorème de Pythagore

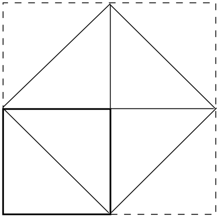
Faisons une preuve, « à la Socrate », issue du dialogue du Ménon !



Une indication !

Rappel : le théorème de Pythagore

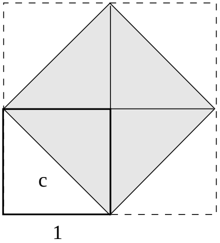
Faisons une preuve, « à la Socrate », issue du dialogue du Ménon !



Encore plus d'indications !

Rappel : le théorème de Pythagore

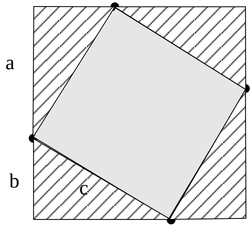
Faisons une preuve, « à la Socrate », issue du dialogue du Ménon !



Le carré gris est formé de quatre triangles rectangles, qui correspondent à la moitié du carré initial. Il est donc d'aire $4 \times 1/2 = 2$. Son aire vaut $c^2 = 2$ et donc $c = \sqrt{2}$, nombre bien connu des Pythagoriciens qui ignoraient initialement son aspect irrationnel !

Rappel : le théorème de Pythagore

Faisons une preuve, « à la Socrate », issue du dialogue du Ménon !



On peut généraliser et écrire que l'aire du grand carré est d'une part égale à quatre fois l'aire du triangle hachuré plus celle du petit carré (gris) et d'autre part égale à $(a+b)^2$. On a donc $4 \times (ab)/2 + c^2 = (a+b)^2$ dont on déduit $c^2 = a^2 + b^2$.

Retour

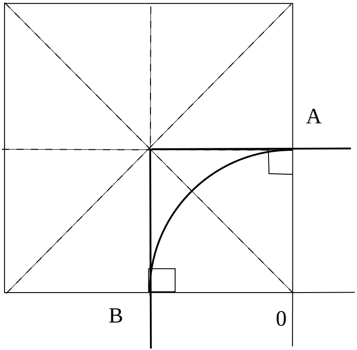
Raisonnement par condition nécessaire (analyse) et condition suffisante (synthèse)

- Les mathématiciens apprécient de savoir que l'objet cherché est unique, pour plusieurs raisons. Quand on ne le connaît pas, on le suppose construit et on essaye de trouver des caractéristiques de cet objet qui le rendent unique. C'est l'unicité.
- Une fois que celui-ci ne peut être qu'un, on procède alors à sa construction. C'est l'existence

Raisonnement par condition nécessaire (analyse) et condition suffisante (synthèse)

- Les mathématiciens apprécient de savoir que l'objet cherché est unique, pour plusieurs raisons. Quand on ne le connaît pas, on le suppose construit et on essaye de trouver des caractéristiques de cet objet qui le rendent unique. C'est l'unicité.
- Une fois que celui-ci ne peut être qu'un, on procède alors à sa construction. C'est l'existence

Existence et unicité du quart de cercle

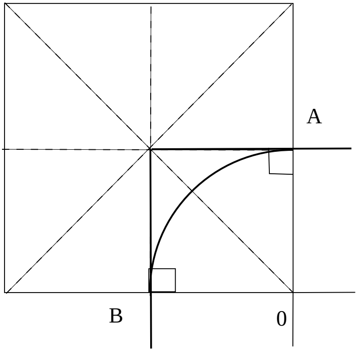


Si le cercle existe, tangent aux points A et B aux droites données, son centre ne peut qu'être sur les perpendiculaires à ces droites, qui se trouvent être sécantes et se couper en O. Puisque $A0 = OB = c/2$, le rayon de ce cercle ne peut être que $c/2$.

Réciproquement, ce cercle répond bien à la question !

Retour

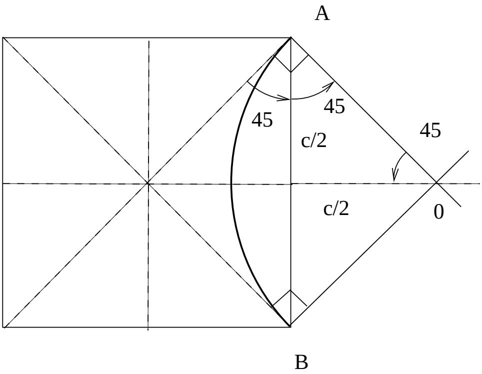
Existence et unicité du quart de cercle



Si le cercle existe, tangent aux points A et B aux droites données, son centre ne peut qu'être sur les perpendiculaires à ces droites, qui se trouvent être sécantes et se couper en O. Puisque $A0 = OB = c/2$, le rayon de ce cercle ne peut être que $c/2$.
Réciproquement, ce cercle répond bien à la question !

Retour

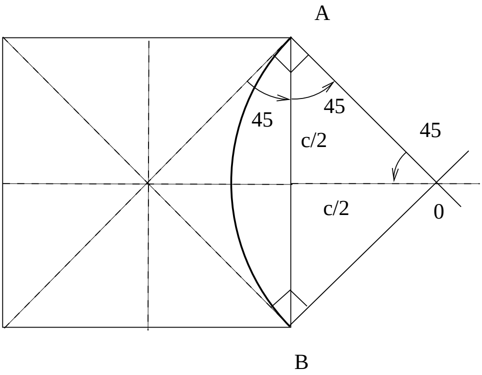
Application : un autre arc de cercle



Si le cercle existe, tangent aux points A et B aux droites données, son centre ne peut qu'être sur les perpendiculaires à ces droites, qui se trouvent être sécantes et se couper en O. D'après le théorème de Pythagore, son rayon ne peut être que $\sqrt{c^2/2^2 + c^2/2^2} = c\sqrt{2}/2$.
Réciproquement, ce cercle répond bien à la question !

Retour

Application : un autre arc de cercle



Si le cercle existe, tangent aux points A et B aux droites données, son centre ne peut qu'être sur les perpendiculaires à ces droites, qui se trouvent être sécantes et se couper en O. D'après le théorème de Pythagore, son rayon ne peut être que $\sqrt{c^2/2^2 + c^2/2^2} = c\sqrt{2}/2$. Réciproquement, ce cercle répond bien à la question !

Retour

problème : $1,5 = 3/2 \neq \sqrt{2}$

On peut le montrer de plusieurs façons :

- Avec la calculatrice (ou un peu de mémoire) : $1.5 < \sqrt{2} \approx 1,414$ (ils sont proches mais différents !).
- C'est équivalent à $2 < 9/4$ soit $8 < 9$.
- Ultime raison : $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel, contrairement à $3/2$! (ce fut un drame pour les Pythagoriciens !)

On est donc parvenu à une contradiction ?!

problème : $1,5 = 3/2 \neq \sqrt{2}$

On peut le montrer de plusieurs façons :

- Avec la calculatrice (ou un peu de mémoire) : $1.5 < \sqrt{2} \approx 1,414$ (ils sont proches mais différents !).
- C'est équivalent à $2 < 9/4$ soit $8 < 9$.
- Ultime raison : $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel, contrairement à $3/2$! (ce fut un drame pour les Pythagoriciens !)

On est donc parvenu à une contradiction ? !

problème : $1,5 = 3/2 \neq \sqrt{2}$

On peut le montrer de plusieurs façons :

- Avec la calculatrice (ou un peu de mémoire) : $1.5 < \sqrt{2} \approx 1,414$ (ils sont proches mais différents !).
- C'est équivalent à $2 < 9/4$ soit $8 < 9$.
- Ultime raison : $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel, contrairement à $3/2$! (ce fut un drame pour les Pythagoriciens !)

On est donc parvenu à une contradiction ? !

problème : $1,5 = 3/2 \neq \sqrt{2}$

On peut le montrer de plusieurs façons :

- Avec la calculatrice (ou un peu de mémoire) : $1.5 < \sqrt{2} \approx 1,414$ (ils sont proches mais différents !).
- C'est équivalent à $2 < 9/4$ soit $8 < 9$.
- Ultime raison : $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel, contrairement à $3/2$! (ce fut un drame pour les Pythagoriciens !)

On est donc parvenu à une contradiction ? !

Raisonnement par l'absurde

- Pour montrer qu'une proposition est vraie. On raisonne par l'absurde : on tient l'hypothèse pour fausse et on montre une chose impossible.
- De deux choses l'une : ou bien notre propostion est fausse, ce qui n'est pas possible, ou bien elle est vraie, ce qui est le cas !

Applications :

- $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel. Supposons donc $\sqrt{2}$ rationnel, ce qui implique $2 = p^2/q^2$ avec p et q premiers entre eux. On démontre alors qu'ils sont tous les deux paires. Donc $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel.
- Supposons qu'il existe un cercle qui aille de A à B tangent aux droites données. On aboutit à $\sqrt{2} = 3/2$, ce qui est faux. Donc il n'existe pas de tel cercle !

Retour

Raisonnement par l'absurde

- Pour montrer qu'une proposition est vraie. On raisonne par l'absurde : on tient l'hypothèse pour fausse et on montre une chose impossible.
- De deux choses l'une : ou bien notre propostion est fausse, ce qui n'est pas possible, ou bien elle est vraie, ce qui est le cas !

Applications :

- $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel. Supposons donc $\sqrt{2}$ rationnel, ce qui implique $2 = p^2/q^2$ avec p et q premiers entre eux. On démontre alors qu'ils sont tous les deux paires. Donc $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel.
- Supposons qu'il existe un cercle qui aille de A à B tangent aux droites données. On aboutit à $\sqrt{2} = 3/2$, ce qui est faux. Donc il n'existe pas de tel cercle !

Retour

Raisonnement par l'absurde

- Pour montrer qu'une proposition est vraie. On raisonne par l'absurde : on tient l'hypothèse pour fausse et on montre une chose impossible.
- De deux choses l'une : ou bien notre propostion est fausse, ce qui n'est pas possible, ou bien elle est vraie, ce qui est le cas !

Applications :

- $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel. Supposons donc $\sqrt{2}$ rationnel, ce qui implique $2 = p^2/q^2$ avec p et q premiers entre eux. On démontre alors qu'ils sont tous les deux paires. Donc $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel.
- Supposons qu'il existe un cercle qui aille de A à B tangent aux droites données. On aboutit à $\sqrt{2} = 3/2$, ce qui est faux. Donc il n'existe pas de tel cercle !

Retour

Raisonnement par l'absurde

- Pour montrer qu'une proposition est vraie. On raisonne par l'absurde : on tient l'hypothèse pour fausse et on montre une chose impossible.
- De deux choses l'une : ou bien notre propostion est fausse, ce qui n'est pas possible, ou bien elle est vraie, ce qui est le cas !

Applications :

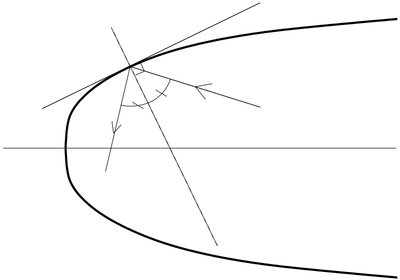
- $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel. Supposons donc $\sqrt{2}$ rationnel, ce qui implique $2 = p^2/q^2$ avec p et q premiers entre eux. On démontre alors qu'ils sont tous les deux paires. Donc $\sqrt{2}$ n'est pas un rationnel.
- Supposons qu'il existe un cercle qui aille de A à B tangent aux droites données. On aboutit à $\sqrt{2} = 3/2$, ce qui est faux. Donc il n'existe pas de tel cercle !

Retour

Rappels sur les coniques

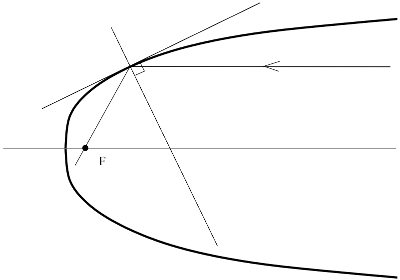
- Définie par les Grecs comme intersection de cône et de plans ;
- Trois types : ellipses (cercle), hyperbole et parabole ;
- Peuvent être construite avec une lampe de chevet !
- Dès que l'on voit un cercle incliné, il s'agit d'une ellipse !
- Depuis la loi de la gravitation de Newton et la loi des aires de Kepler, on a montré que la trajectoire d'une planète ou d'une comète autour de son soleil est une conique.

Utilisation de la parabole comme « parabole »



Un rayon lumineux ou une onde radio subit une reflexion selon les lois de Descartes, sur un plan ou sur une courbe quelconque (la normale est perpendiculaire à la tangente.)

Utilisation de la parabole comme « parabole »



Cela est vrai en particulier pour une parabole qui a la propriété de concentrer les rayons parallèles à son axe en un point F appelé « foyer », puisque qu'il y fait chaud.

Retour

Les courbes de Bézier

- Inventée en 1959 (algorithme) par De Casteljau puis redécouverte dix ans plus tard par Bézier, deux ingénieurs en automobile (Citroën , Renault) pour dessiner les forme de voiture ;
- Très utilisée en CAO et logiciels de dessin ;
- Repérée par un informaticien de chez Adobe, elles sont utilisées dans les fontes des caractères, donc vous en voyez tout le temps !

Plus de détails sur `http://fr.wikipedia.org/wiki/Courbe_de_Bézier` ou [HM13].

Retour

Les courbes de Bézier

- Inventée en 1959 (algorithme) par De Casteljau puis redécouverte dix ans plus tard par Bézier, deux ingénieurs en automobile (Citroën , Renault) pour dessiner les forme de voiture ;
- Très utilisée en CAO et logiciels de dessin ;
- Repérée par un informaticien de chez Adobe, elles sont utilisées dans les fontes des caractères, donc vous en voyez tout le temps !

Plus de détails sur `http://fr.wikipedia.org/wiki/Courbe_de_Bézier` ou [HM13].

Retour

Les courbes de Bézier

- Inventée en 1959 (algorithme) par De Casteljau puis redécouverte dix ans plus tard par Bézier, deux ingénieurs en automobile (Citroën , Renault) pour dessiner les forme de voiture ;
- Très utilisée en CAO et logiciels de dessin ;
- Repérée par un informaticien de chez Adobe, elles sont utilisées dans les fontes des caractères, donc vous en voyez tout le temps !

Plus de détails sur `http://fr.wikipedia.org/wiki/Courbe_de_Bézier` ou [HM13].

Retour

Dans le transport réel ?

Est-ce que ce circuit, concu pour les jeux, peut-être utilisé par des constructeurs de routes ou de voie ferrées ?

Il faut tourner continûment son volant ou son guidon !

L'accélération normale égale à v^2/R provoque une force centrifuge en $1/R$.

Retour

Dans le transport réel ?

Est-ce que ce circuit, concu pour les jeux, peut-être utilisé par des constructeurs de routes ou de voie ferrées ?

Il faut tourner continûment son volant ou son guidon !

L'accélération normale égale à v^2/R provoque une force centrifuge en $1/R$.

Retour

Dans le transport réel ?

Est-ce que ce circuit, concu pour les jeux, peut-être utilisé par des constructeurs de routes ou de voie ferrées ?

Il faut tourner continûment son volant ou son guidon !

L'accélération normale égale à v^2/R provoque une force centrifuge en $1/R$.

▸ Retour

Le monde des idées

- Platon considérait le monde réel comme une simple représentation d'un monde des idées, dont la géométrie est, par exemple, une jolie illustration !
- Un concept mathématique est purement théorique, mais est parfois issu de notre monde bassement matériel !
- Une idée ou un concept géométrique se projette dans notre monde matériel par le biais des croquis, dessins, images sur ordinateur. Question d'une élève de sixième : « est-ce qu'un trait de dessin a une vraie épaisseur ? ».
- Pour l'exemple du circuit, peut-on considérer qu'il y a une dégradation lors des passages courbes → plan 2D → plan 3D → prototypes (voire ... éventuelle fabrication des jeux réels !)
- Question : peut-on considérer qu'il existe un monde des idées mathématiques, dont certains concepts seraient confiés à l'humanité par une partie des scientifiques ? Est-ce que ce monde des concepts est préexistant au nôtre ?

Le monde des idées

- Platon considérait le monde réel comme une simple représentation d'un monde des idées, dont la géométrie est, par exemple, une jolie illustration !
- Un concept mathématique est purement théorique, mais est parfois issu de notre monde bassement matériel !
- Une idée ou un concept géométrique se projette dans notre monde matériel par le biais des croquis, dessins, images sur ordinateur. Question d'une élève de sixième : « est-ce qu'un trait de dessin a une vraie épaisseur ? ».
- Pour l'exemple du circuit, peut-on considérer qu'il y a une dégradation lors des passages courbes → plan 2D → plan 3D → prototypes (voire ... éventuelle fabrication des jeux réels !)
- Question : peut-on considérer qu'il existe un monde des idées mathématiques, dont certains concepts seraient confiés à l'humanité par une partie des scientifiques ? Est-ce que ce monde des concepts est préexistant au nôtre ?

Le monde des idées

- Platon considérait le monde réel comme une simple représentation d'un monde des idées, dont la géométrie est, par exemple, une jolie illustration !
- Un concept mathématique est purement théorique, mais est parfois issu de notre monde bassement matériel !
- Une idée ou un concept géométrique se projette dans notre monde matériel par le biais des croquis, dessins, images sur ordinateur. Question d'une élève de sixième : « est-ce qu'un trait de dessin a une vraie épaisseur ? ».
- Pour l'exemple du circuit, peut-on considérer qu'il y a une dégradation lors des passages courbes → plan 2D → plan 3D → prototypes (voire ... éventuelle fabrication des jeux réels !)
- Question : peut-on considérer qu'il existe un monde des idées mathématiques, dont certains concepts seraient confiés à l'humanité par une partie des scientifiques ? Est-ce que ce monde des concepts est préexistant au nôtre ?

Le monde des idées

- Platon considérait le monde réel comme une simple représentation d'un monde des idées, dont la géométrie est, par exemple, une jolie illustration !
- Un concept mathématique est purement théorique, mais est parfois issu de notre monde bassement matériel !
- Une idée ou un concept géométrique se projette dans notre monde matériel par le biais des croquis, dessins, images sur ordinateur. Question d'une élève de sixième : « est-ce qu'un trait de dessin a une vraie épaisseur ? ».
- Pour l'exemple du circuit, peut-on considérer qu'il y a une dégradation lors des passages courbes $\rightarrow$ plan 2D $\rightarrow$ plan 3D $\rightarrow$ prototypes (voire ... éventuelle fabrication des jeux réels !)
- Question : peut-on considérer qu'il existe un monde des idées mathématiques, dont certains concepts seraient confiés à l'humanité par une partie des scientifiques ? Est-ce que ce monde des concepts est préexistant au nôtre ?

Le monde des idées

- Platon considérait le monde réel comme une simple représentation d'un monde des idées, dont la géométrie est, par exemple, une jolie illustration !
- Un concept mathématique est purement théorique, mais est parfois issu de notre monde bassement matériel !
- Une idée ou un concept géométrique se projette dans notre monde matériel par le biais des croquis, dessins, images sur ordinateur. Question d'une élève de sixième : « est-ce qu'un trait de dessin a une vraie épaisseur ? ».
- Pour l'exemple du circuit, peut-on considérer qu'il y a une dégradation lors des passages courbes $\rightarrow$ plan 2D $\rightarrow$ plan 3D $\rightarrow$ prototypes (voire ... éventuelle fabrication des jeux réels !)
- Question : peut-on considérer qu'il existe un monde des idées mathématiques, dont certains concepts seraient confiés à l'humanité par une partie des scientifiques ? Est-ce que ce monde des concepts est préexistant au nôtre ?

[bre] J. Bastien. "Circuit apte à guider un véhicule miniature". Brevet FR2990627. Université Lyon I. Brevet publié sur le site de l'INPI `http://bases-brevets.inpi.fr/fr/document/FR2990627.html?p=6&s=1423127185056&cHash=cfbc2dad6e2e39808596f86b89117583` Voir aussi [pct]. 15 mai 2012.

[Dal82] A. Dalmas. *Evariste Galois Révolutionnaire et Géomètre*. Le Nouveau Commerce, 1982.

[HM13] F. Holweck et J.-N. Martin. *Géométries pour l'ingénieur*. Paris : Ellipses, 2013.

[pct] J. Bastien. "Circuit suitable for guiding a miniature vehicle [Circuit apte à guider un véhicule miniature]". Brevet WO2013171170. Université Lyon I. Demande internationale publiée en vertu du traité de coopération en matière de brevets (PCT). Voir `http://bases-brevets.inpi.fr/fr/document/WO2013171170.html?p=6&s=1423127405077&cHash=6947975351b6d1cf7dd56d4e749a98bb`. 13 mai 2013.