

[Jean Philippe Cassar](#)

# Maison pour la science au service des professeurs

Nord – Pas-de-Calais

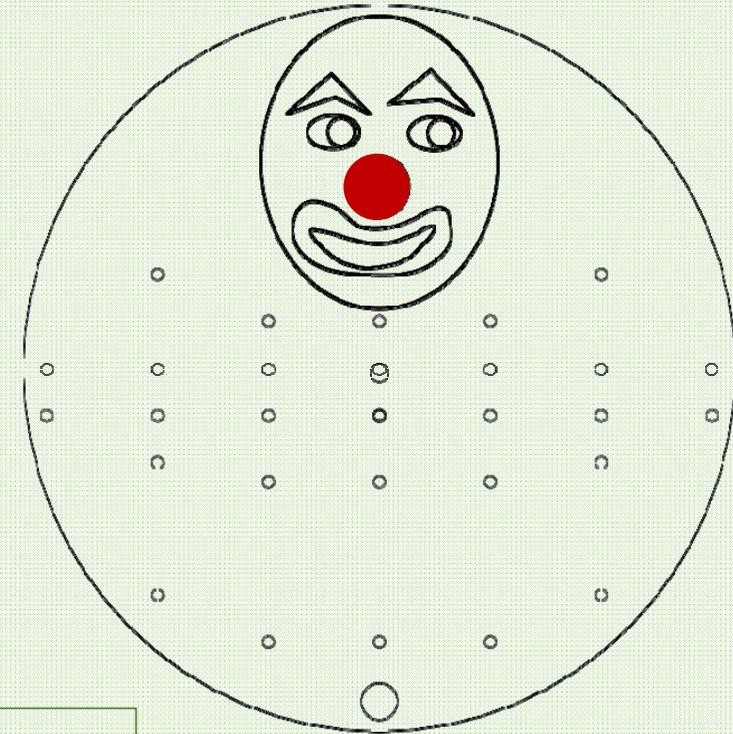
Science et mathématiques : parlons d'équilibre  
15 novembre 2017



## Votre mission

Vous allez disposer dans chaque groupe de l'objet suivant.

- A tour de rôle
  - Un membre du groupe place un objet dans l'un des trous.
  - Les autres membres doivent placer au moins un objet identique pour que le clown retrouve son nez.
  - Vous notez vos résultats sur les feuilles de relevé au fur et à mesure.



**Votre mission** : écrire une règle en deux ou trois phrases qui permette de placer la ou les masses en étant certain que le clown retrouve son nez.

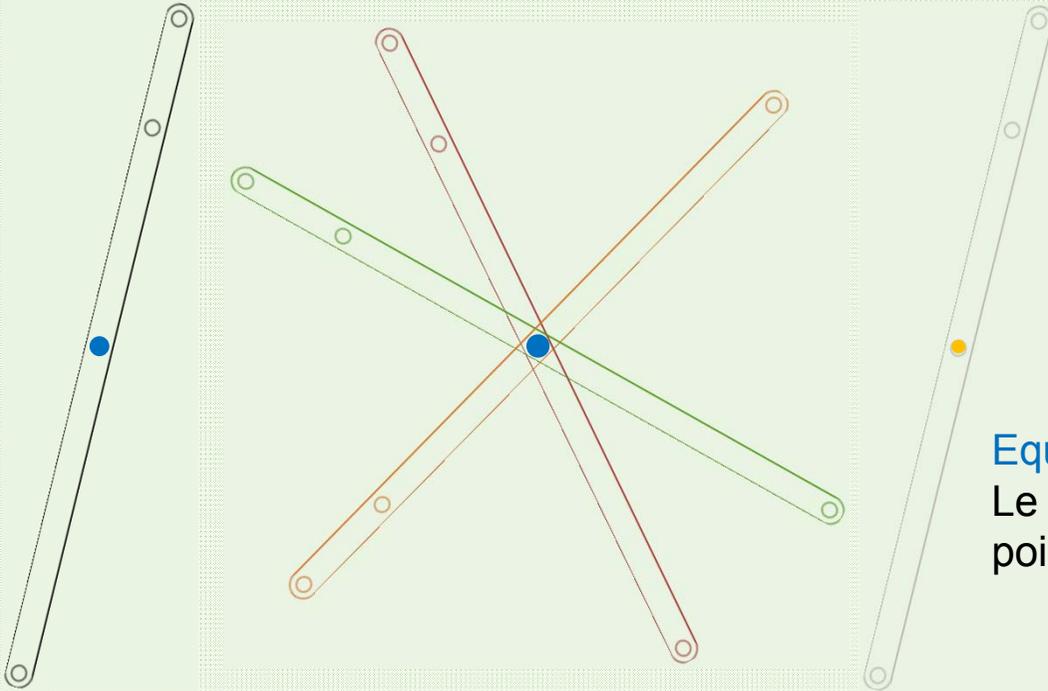
## Posons quelques principes

**Etude du mobile portant le nez**

# Mobile support du nez

● Point d'appui

● Point d'équilibre



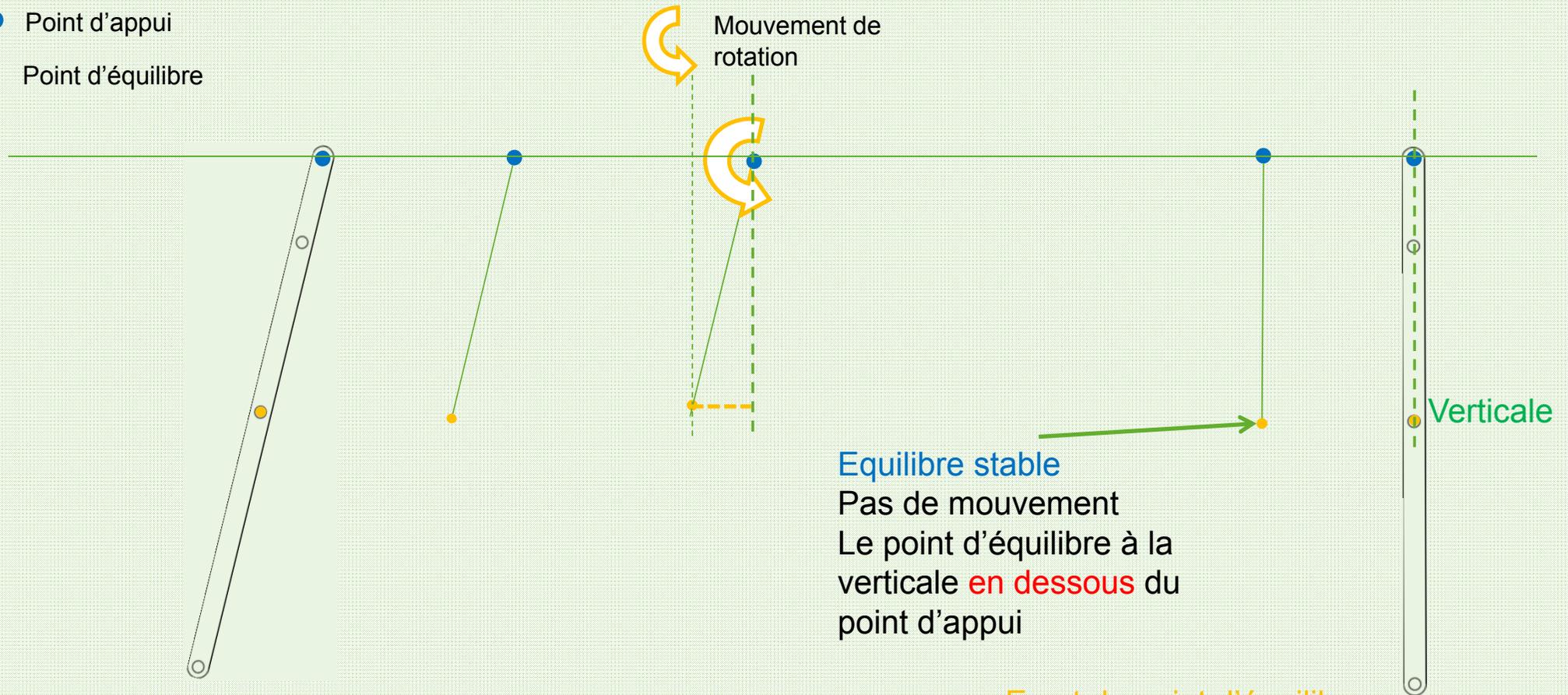
**Equilibre indifférent**  
Le point d'équilibre et le point d'appui coïncident

Le mobile reste dans sa position  
Il n'y a pas de mouvement

Toute la masse de l'objet au  
point d'équilibre

# Mobile support du nez

- Point d'appui
- Point d'équilibre

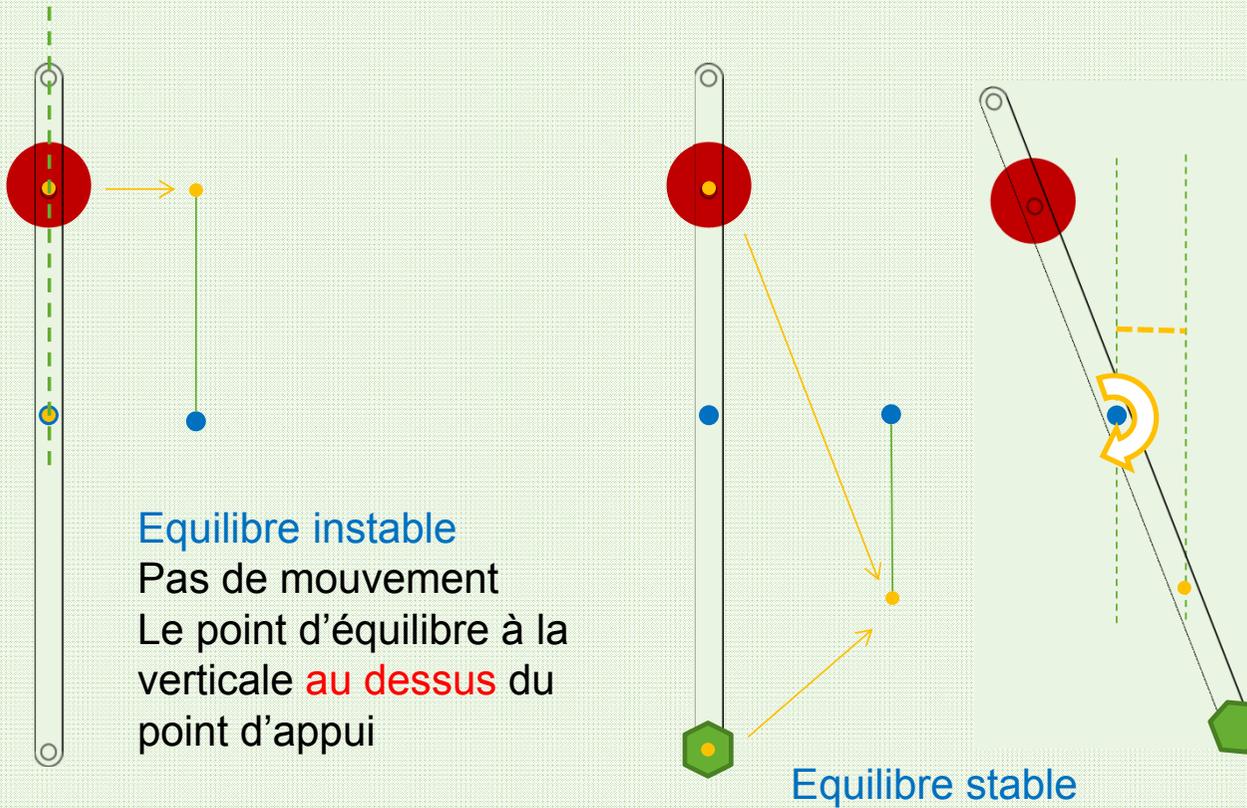


## Equilibre stable

Pas de mouvement  
Le point d'équilibre à la verticale **en dessous** du point d'appui

Ecart du point d'équilibre par rapport à la verticale  
Mouvement de rotation

# Mobile support du nez



**Equilibre**

- indifférent
- stable
- instable

Lié aux positions relatives du point d'équilibre et du point d'appui

**Si on écarte l'objet de la position d'équilibre stable**  
Le mouvement ramène l'objet en position d'équilibre stable

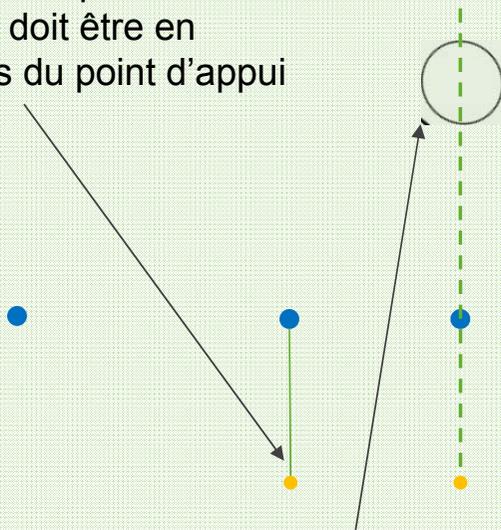
- Point d'équilibre
  - Point d'appui
- Mouvement de rotation



# Reformulation du défi

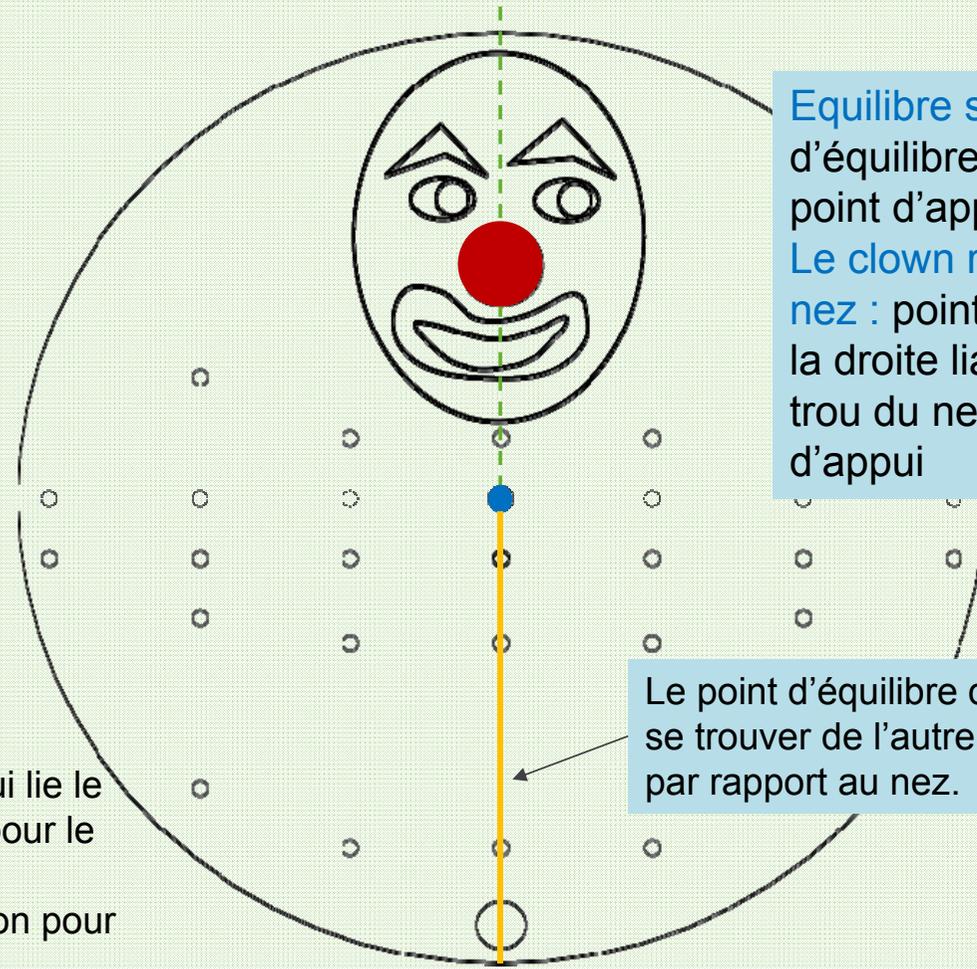
On veut un équilibre stable pour le support du clown

- Le point d'équilibre du support doit être en dessous du point d'appui



On veut que le clown retrouve son nez

- Le centre du nez est sur la droite qui lie les points d'appui et le point d'équilibre pour le mobile du nez : la verticale
- On doit être dans la même situation pour le support du clown



Equilibre stable : point d'équilibre en dessous du point d'appui

Le clown retrouve son nez : point d'équilibre sur la droite liant le centre du trou du nez et le point d'appui

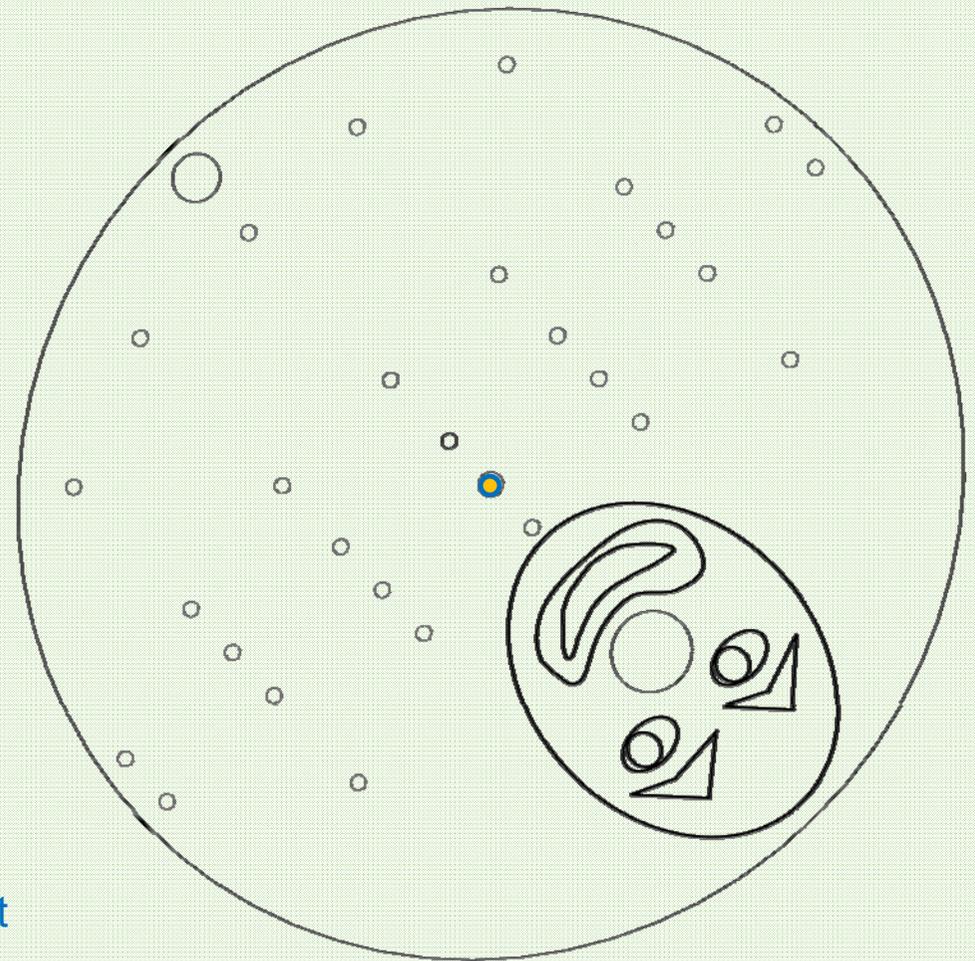
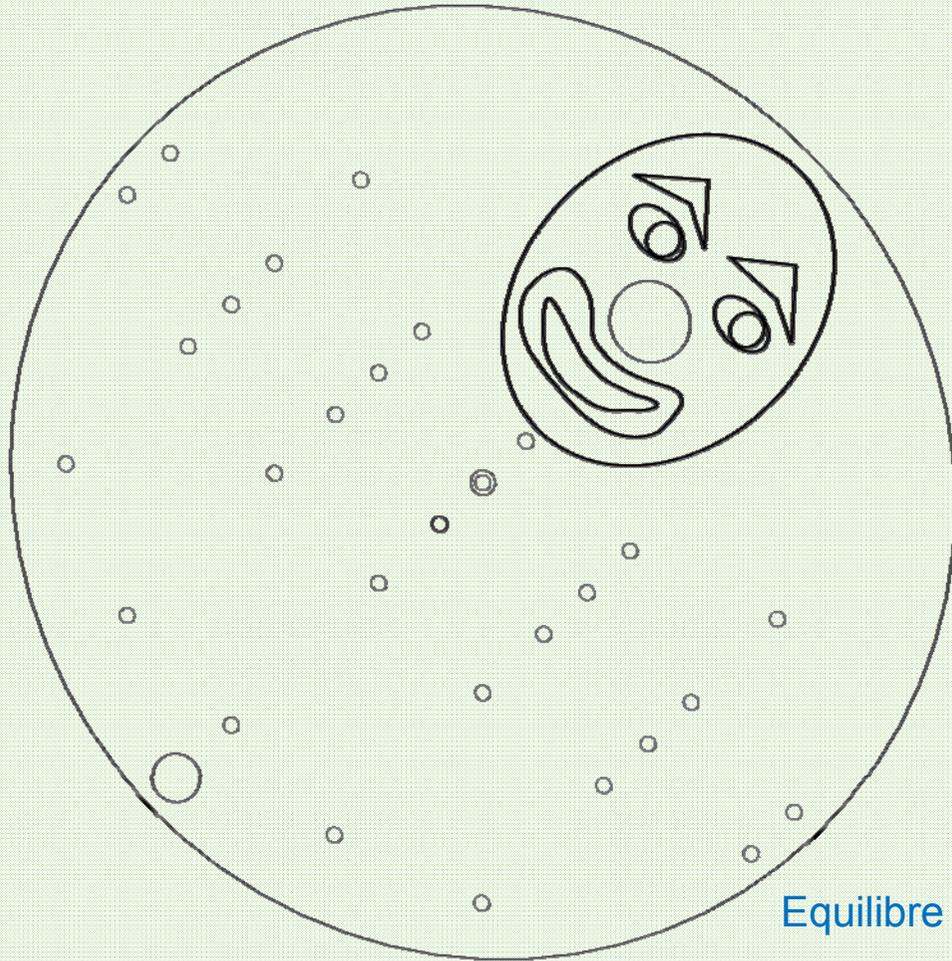
Le point d'équilibre du support doit se trouver de l'autre côté du nez par rapport au nez.

- Point d'équilibre
- Point d'appui

# Relever le défi

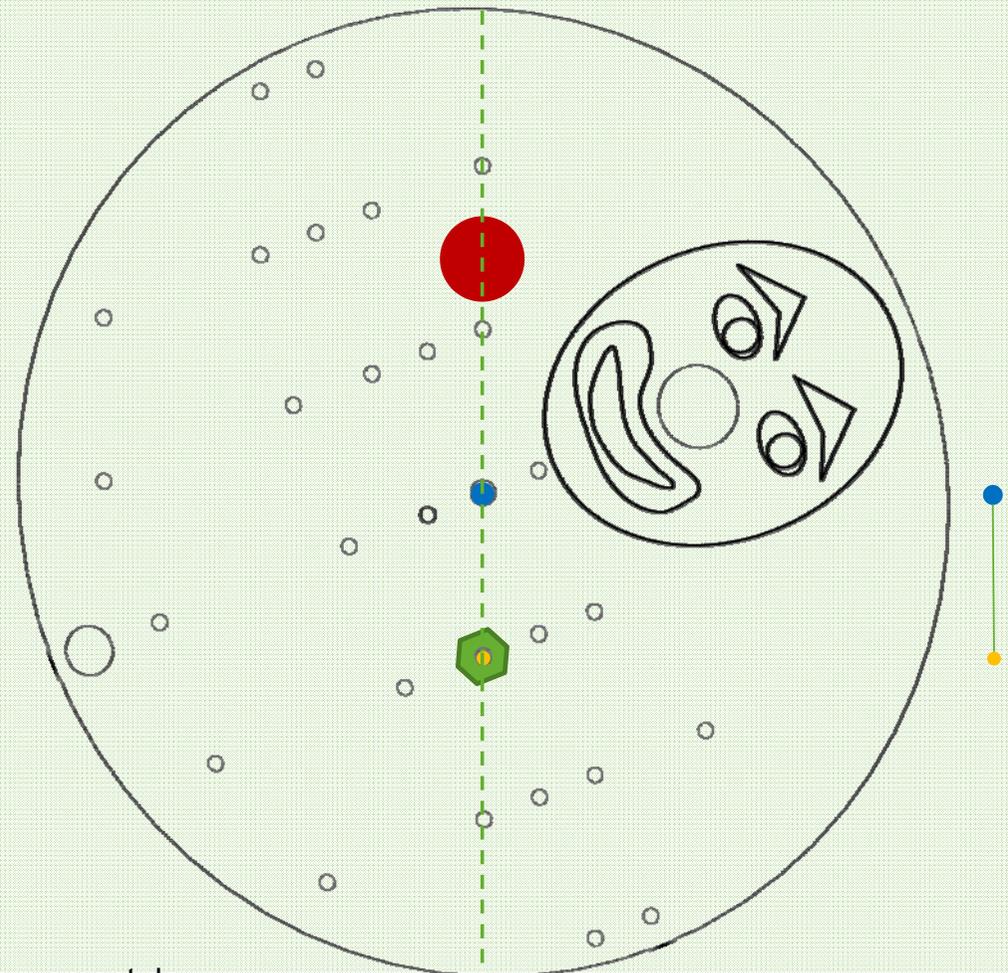
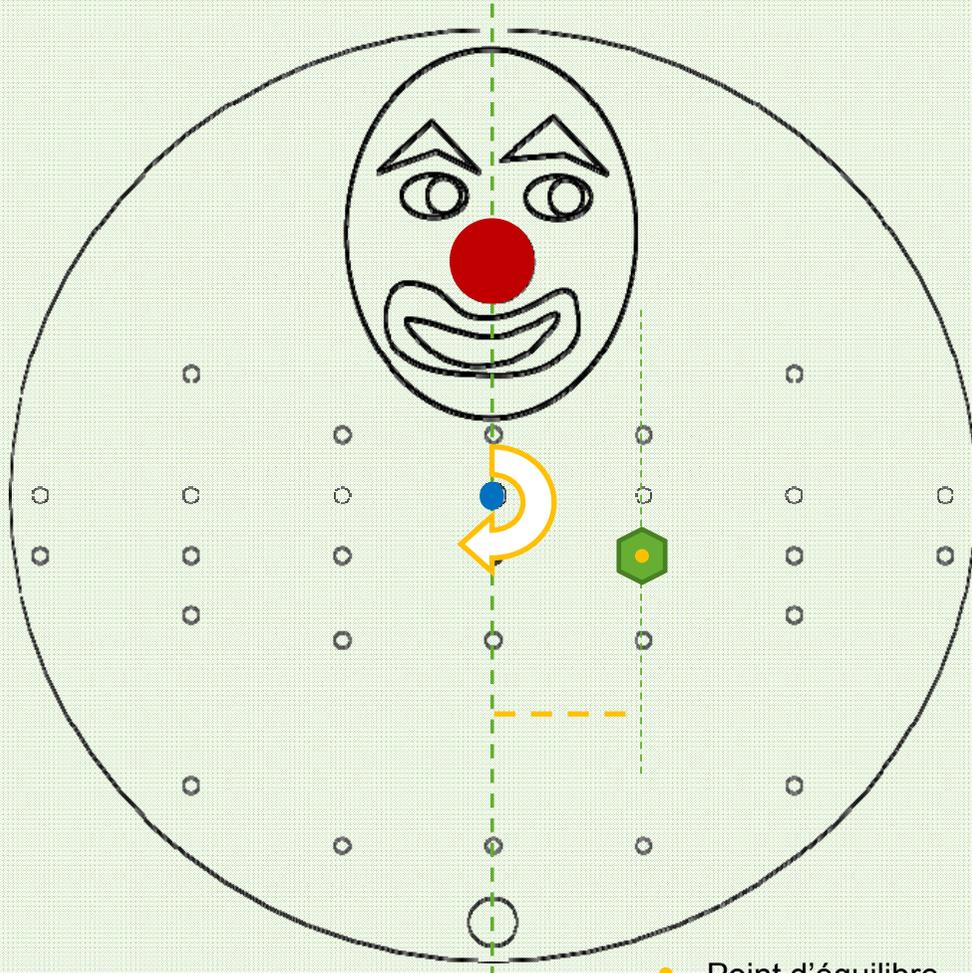
Deux objets identiques

# Situation de départ



Equilibre indifférent

# Ajout d'un objet

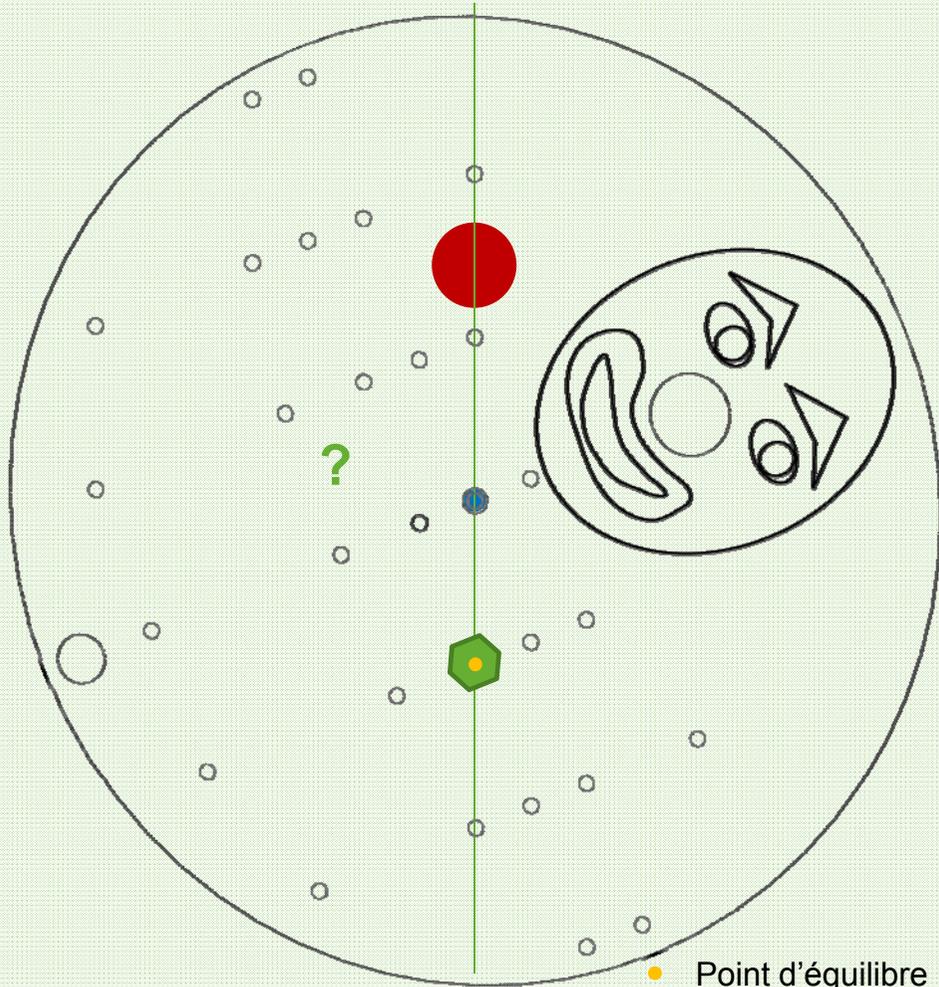


- Point d'équilibre
- Point d'appui

 Mouvement de rotation

Equilibre stable

# Où placer un second objet identique pour obtenir un équilibre indifférent ?

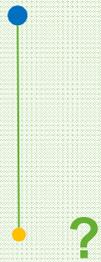
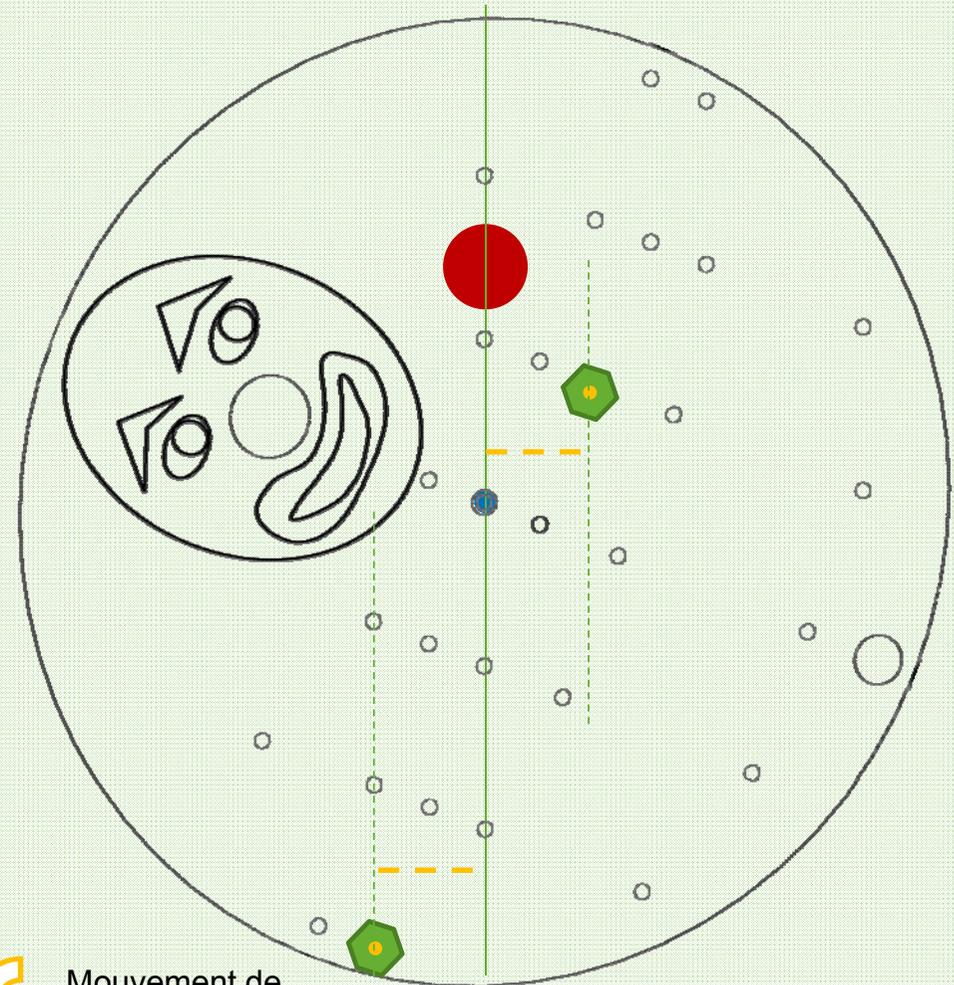
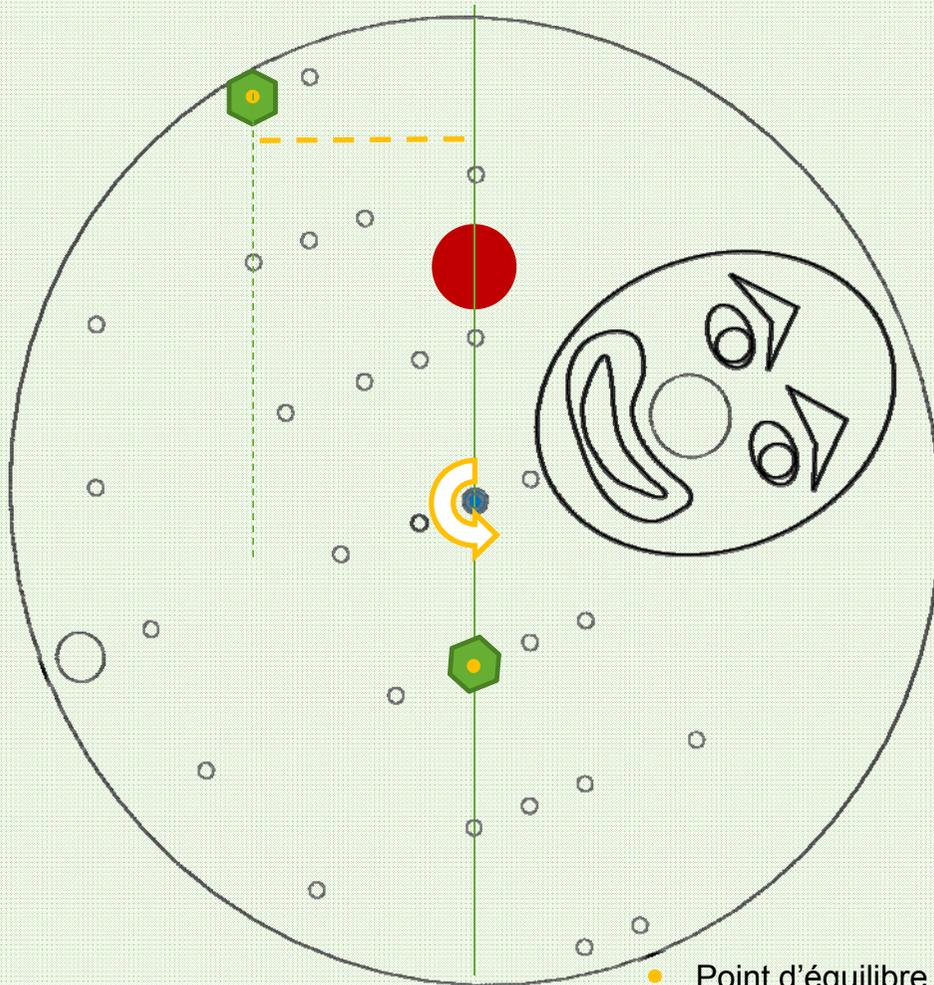


- Point d'équilibre
- Point d'appui



Mouvement de rotation

# Où placer un second objet identique pour obtenir un équilibre indifférent ?

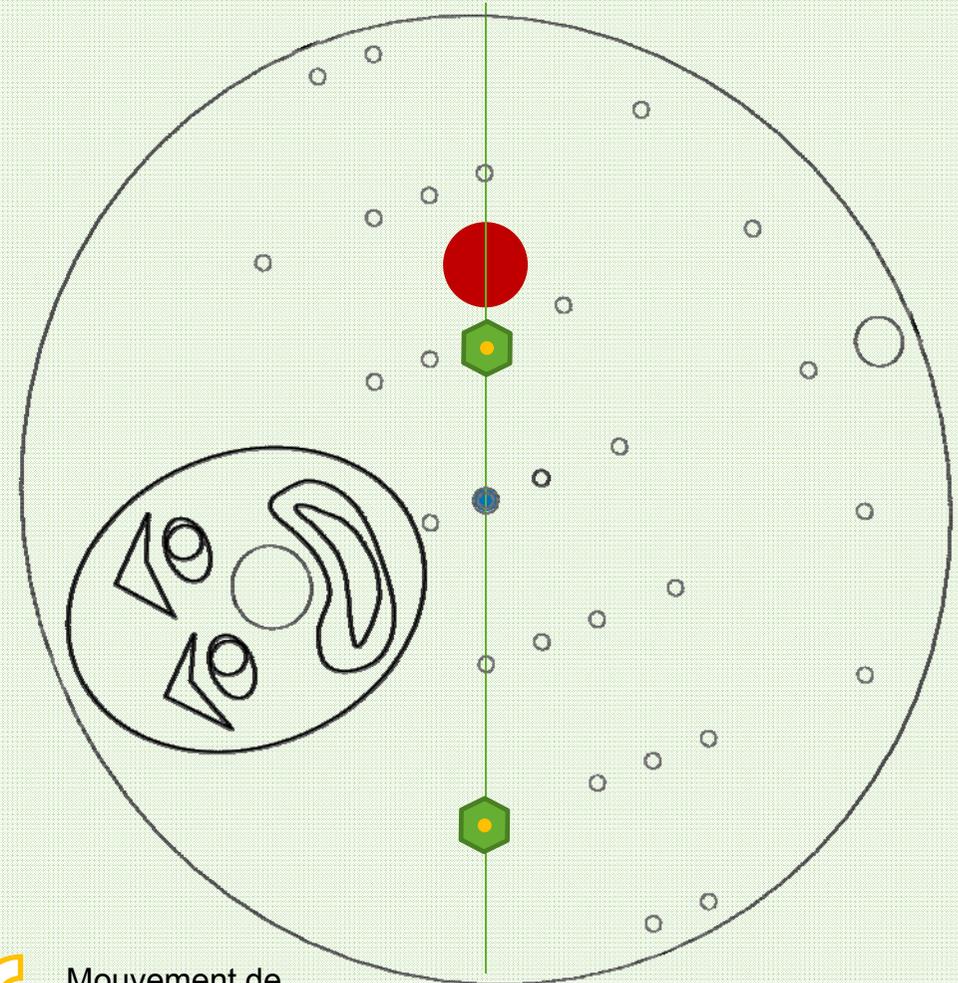
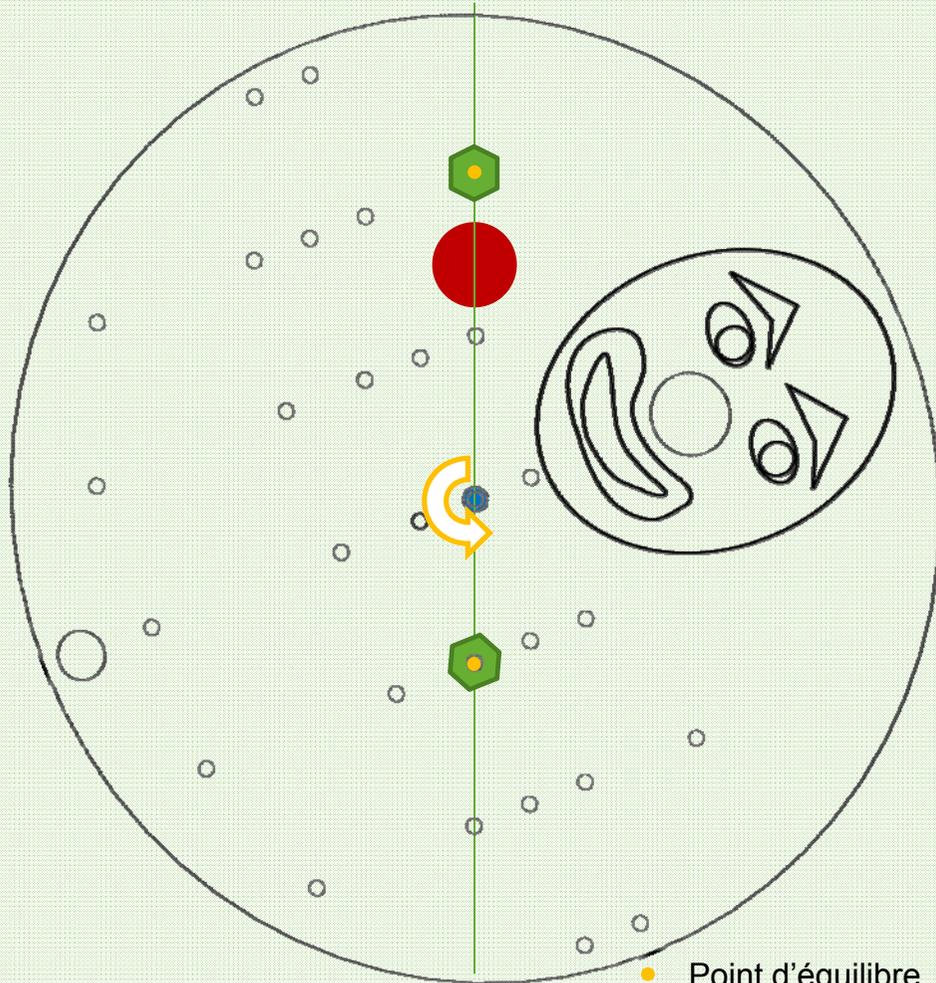


- Point d'équilibre
- Point d'appui

 Mouvement de rotation

Equilibre stable

# Aligner les points d'équilibre et le point d'appui



- Point d'équilibre
- Point d'appui

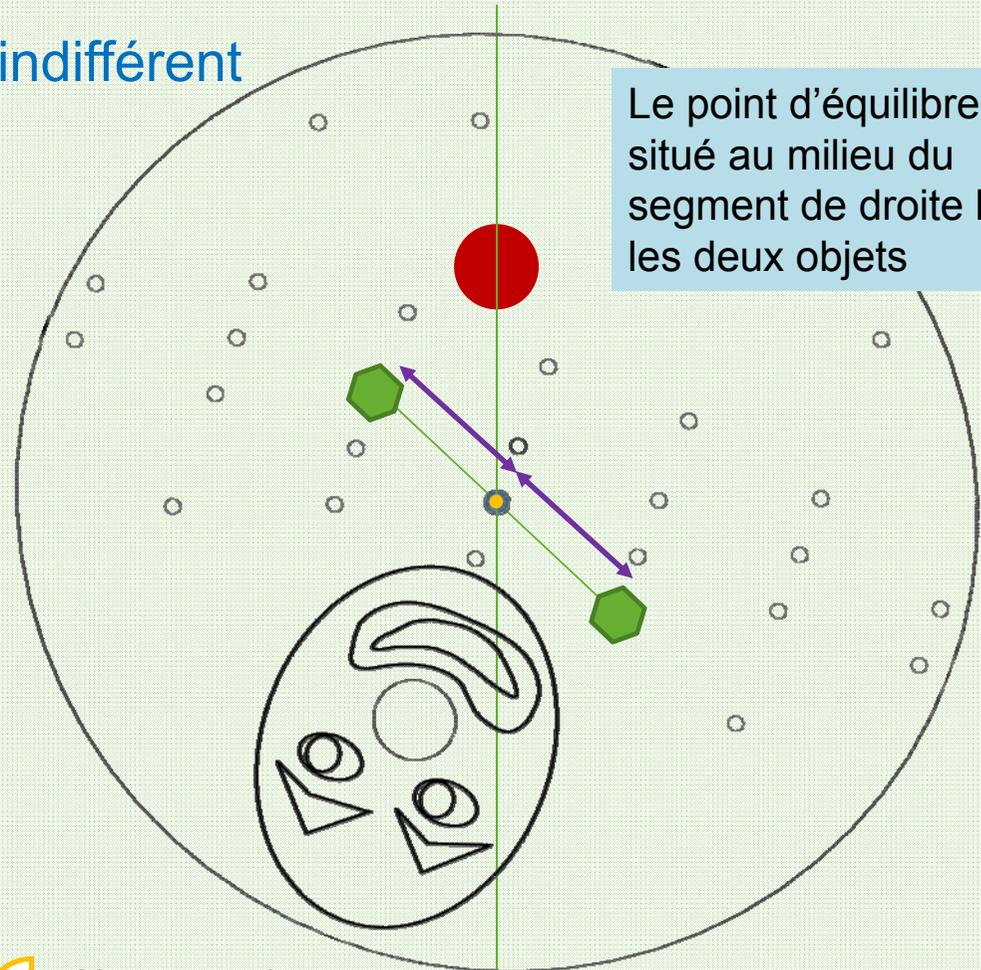
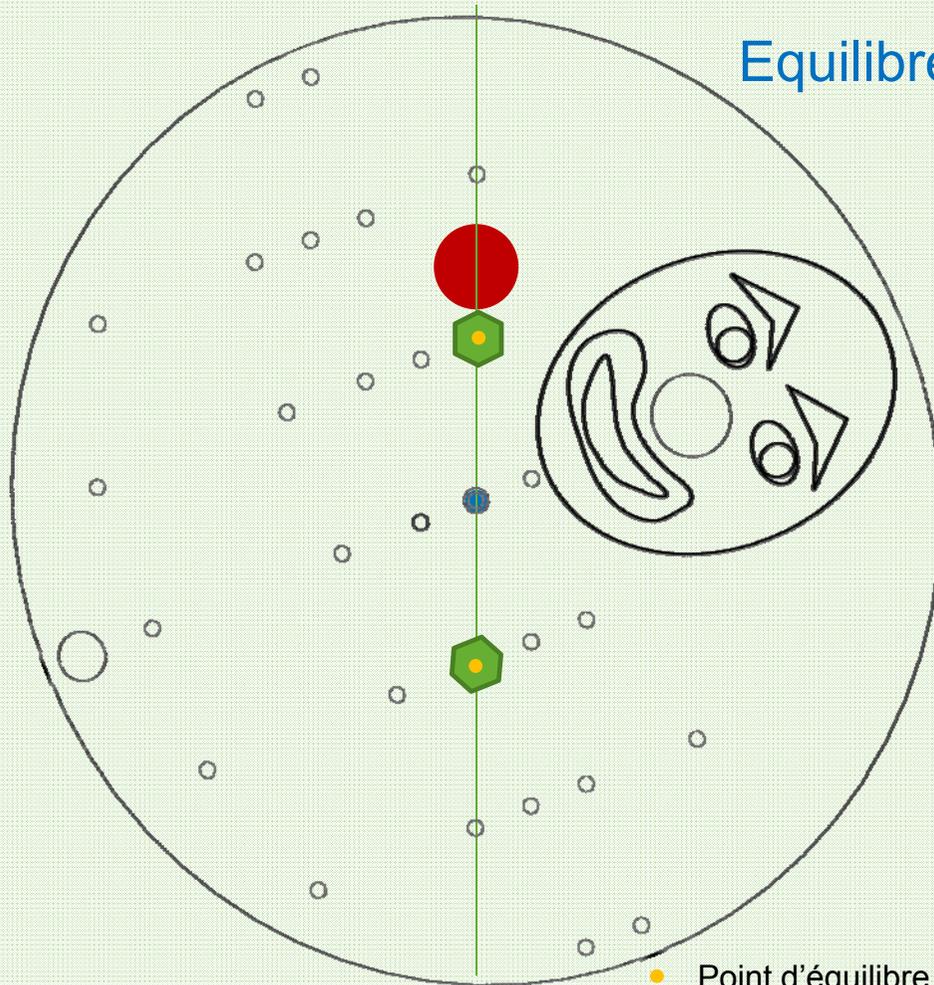
Mouvement de rotation

Equilibre stable



# Rapprocher les objets

## Equilibre indifférent

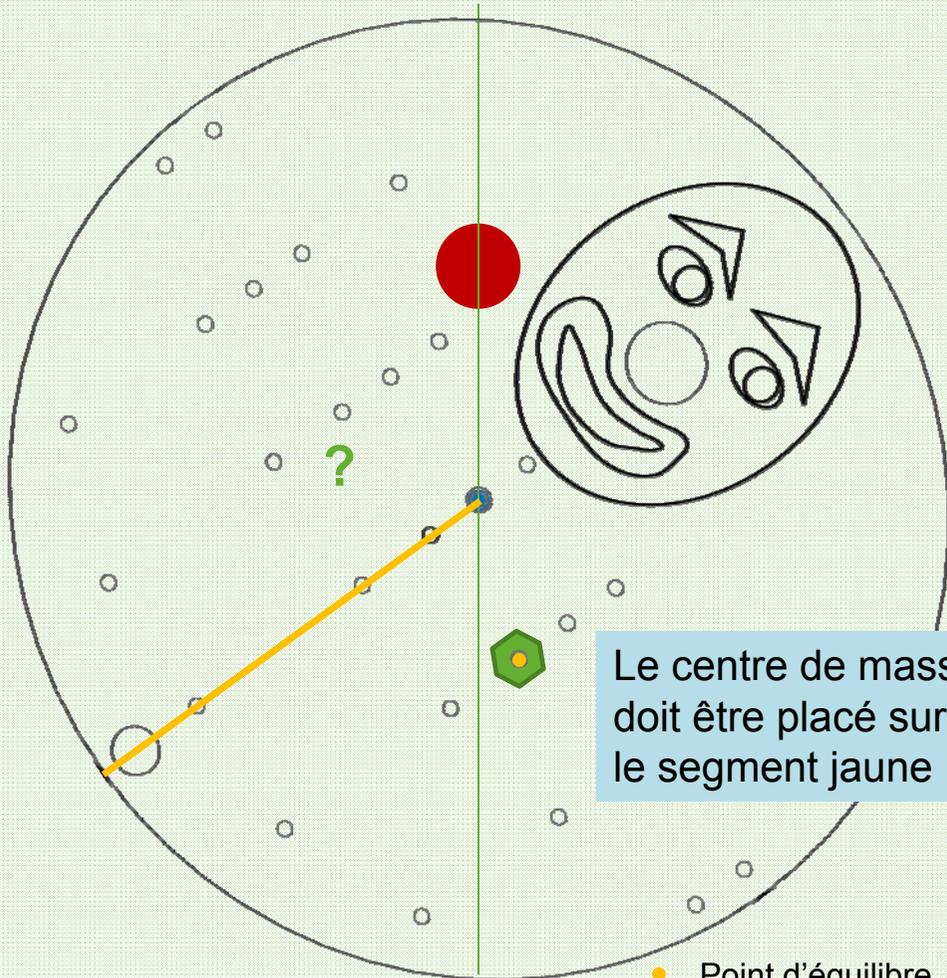


- Point d'équilibre
- Point d'appui

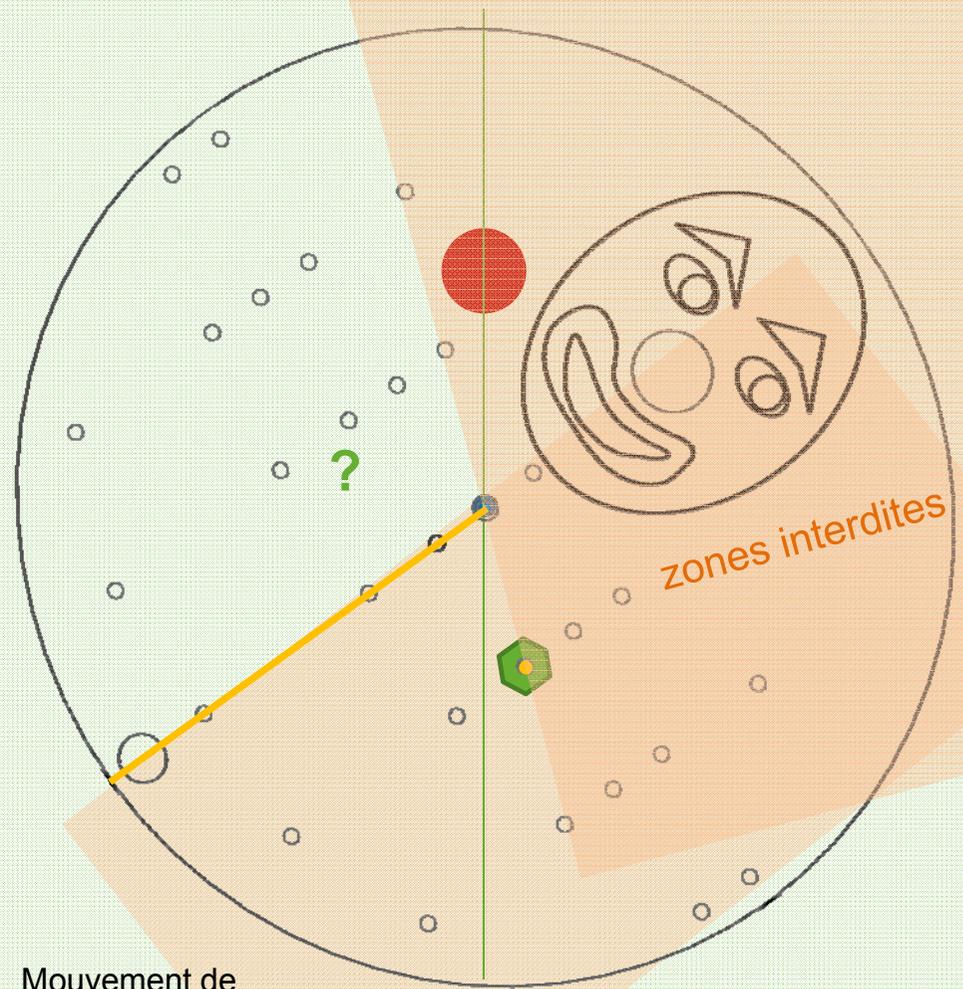


Mouvement de rotation

# Où placer un second objet identique pour répondre au défi ?



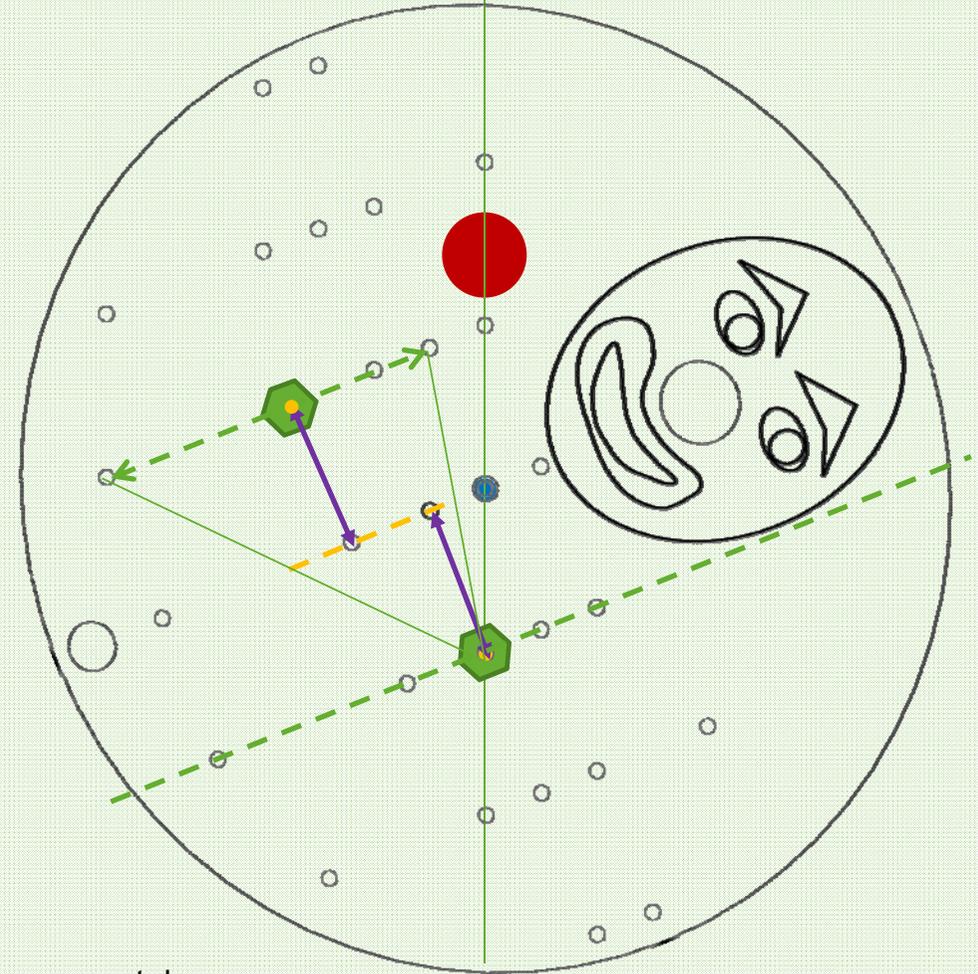
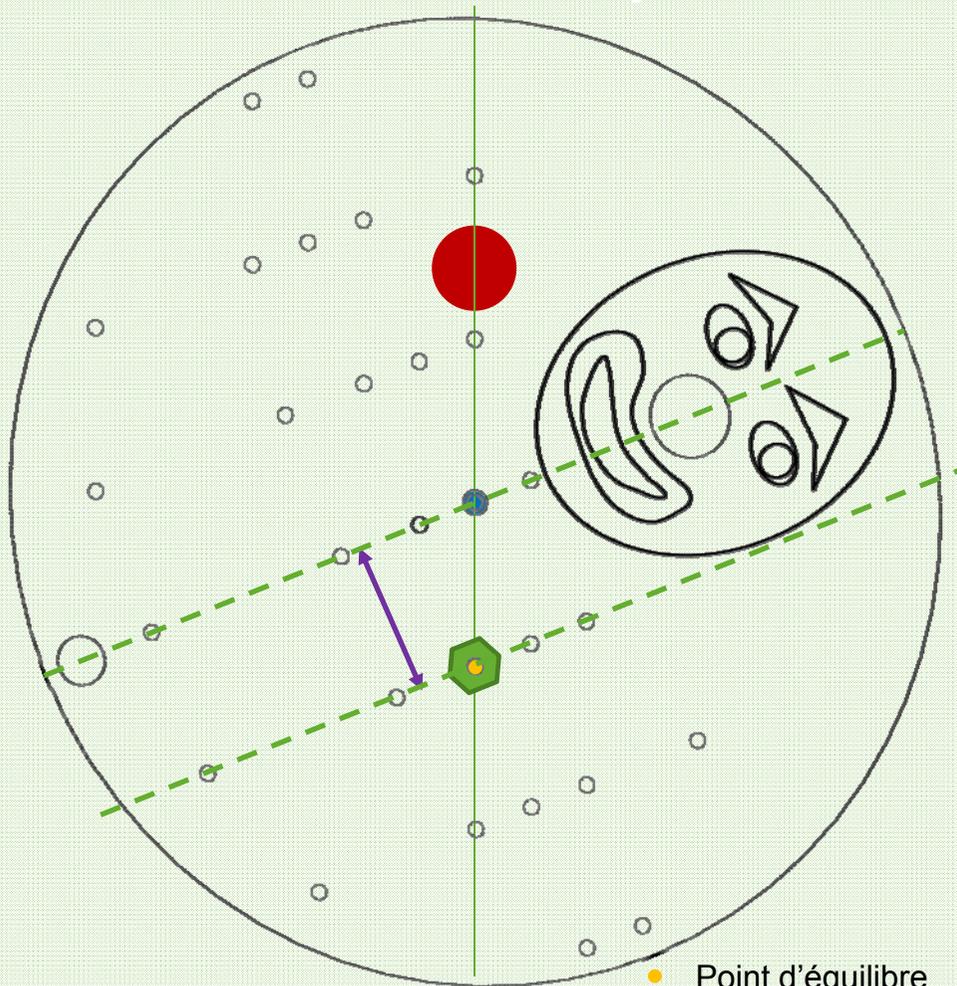
Le centre de masse doit être placé sur le segment jaune



- Point d'équilibre
- Point d'appui

 Mouvement de rotation

# Où placer un second objet identique pour répondre au défi ?



- Point d'équilibre
- Point d'appui

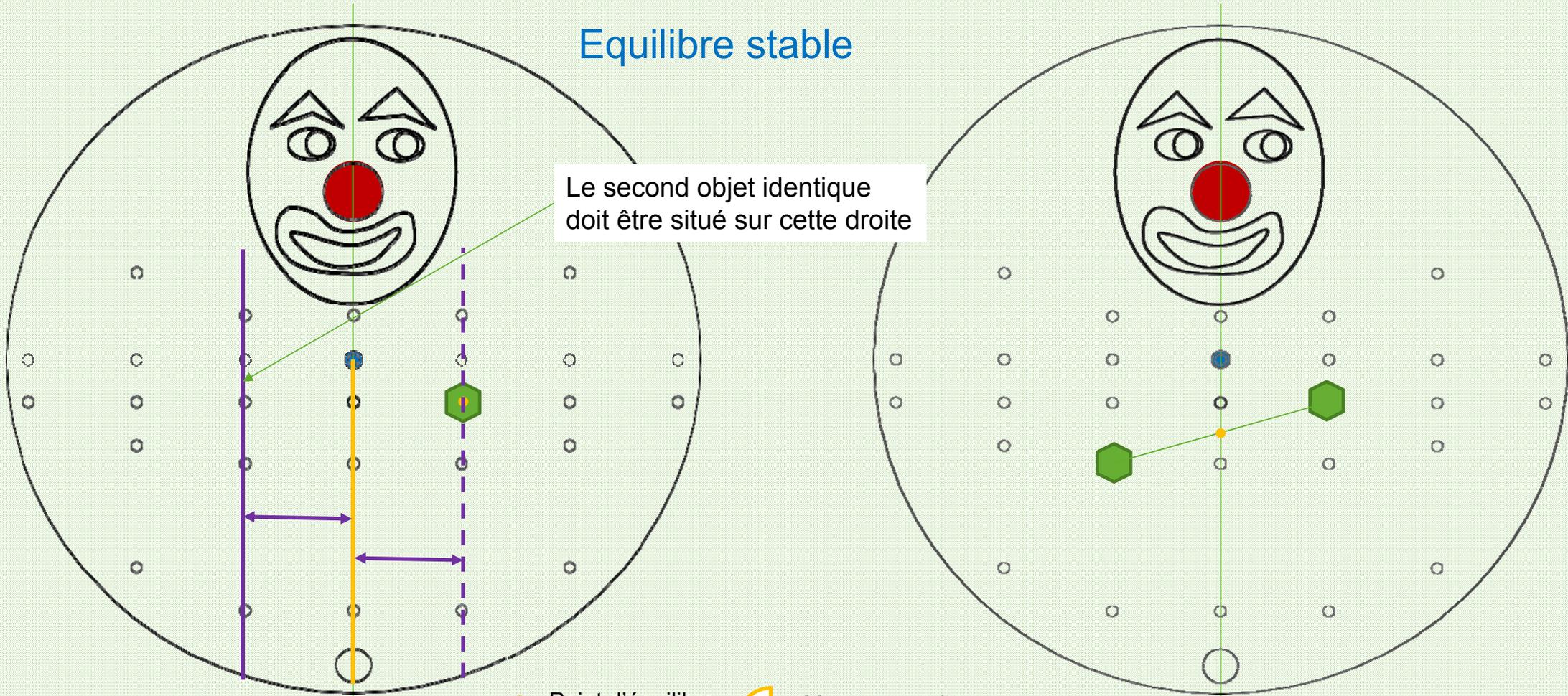


Mouvement de rotation

# Répondre au défi avec deux objets identiques

## Equilibre stable

Le second objet identique doit être situé sur cette droite



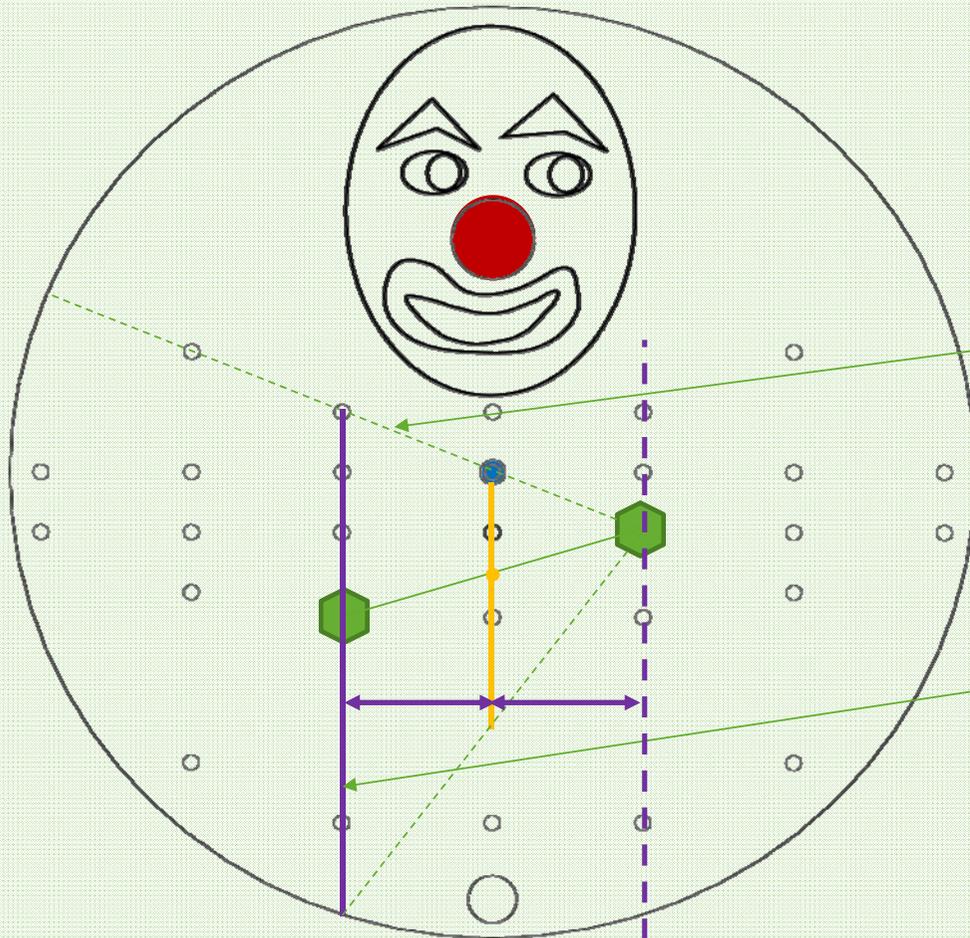
- Point d'équilibre
- Point d'appui



Mouvement de rotation

# Répondre au défi avec deux objets identiques

## Equilibre stable



Equilibre stable avec la tête du clown en haut  
Le segment de droite qui lie les deux points d'équilibre doit être de l'autre côté du nez par rapport au point d'appui

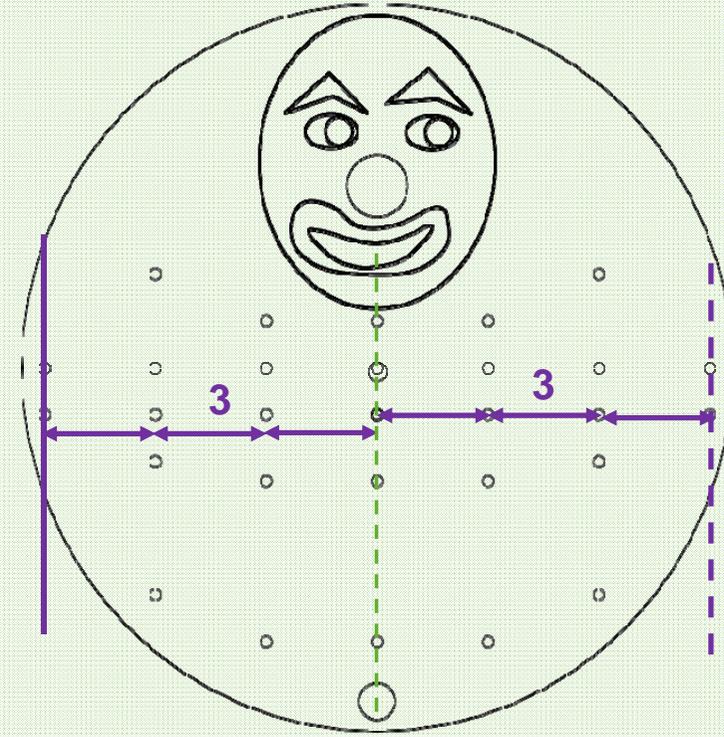
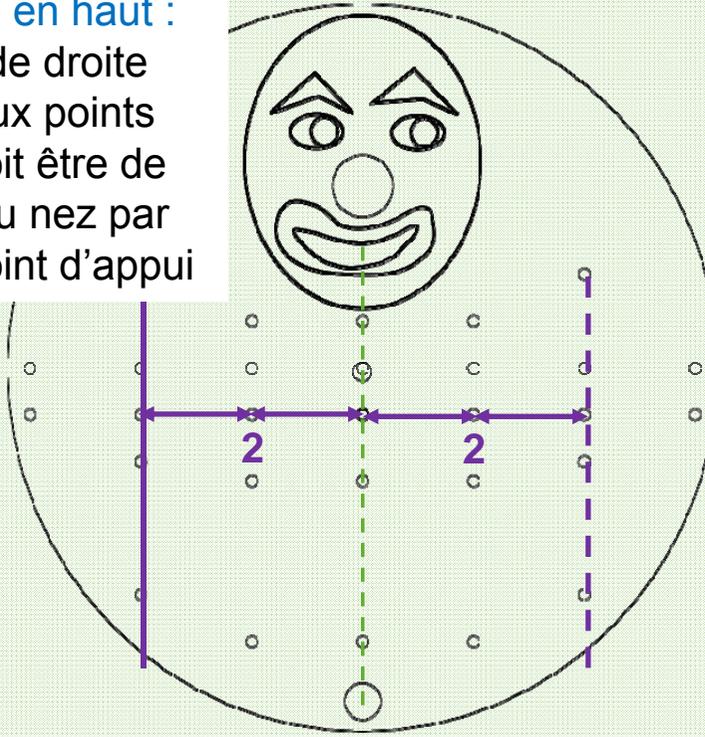
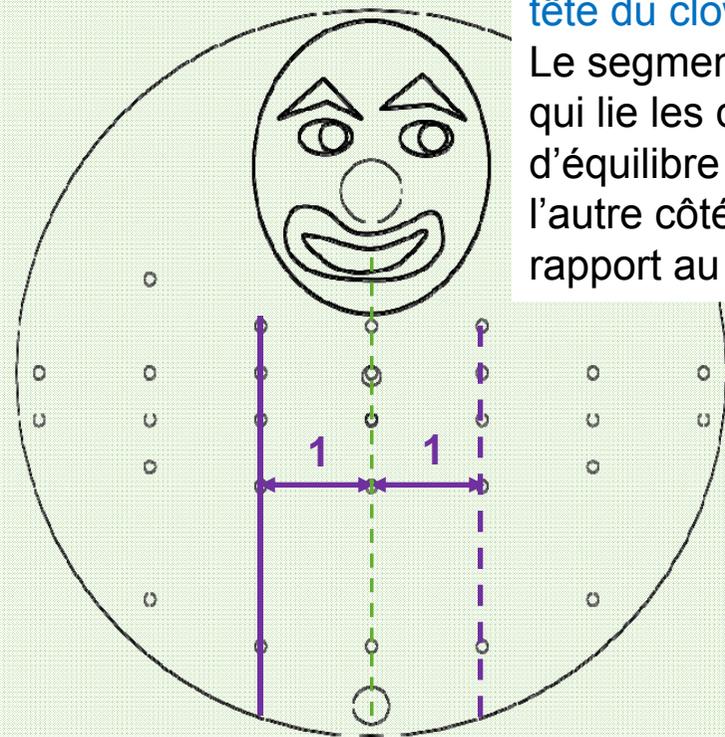
Position nez à a verticale du point d'appui

Le second objet identique doit être situé à un segment à gauche du point d'appui

- Point d'équilibre
- Point d'appui

# Règle pour répondre au défi avec deux objets identiques : généralisation

Equilibre stable avec la tête du clown en haut :  
Le segment de droite qui lie les deux points d'équilibre doit être de l'autre côté du nez par rapport au point d'appui



Position nez à la verticale du point d'appui : Les deux points d'équilibre doivent être situés à même nombre de segments de l'axe passant par le point d'appui

## Comment faire une balance ?

**Equilibre stable si les deux objets ont la même masse**

Equilibre stable si les deux objets ont la même masse

### Balance ?

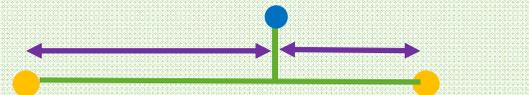
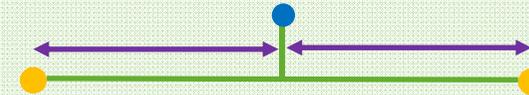
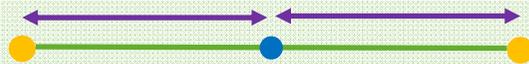
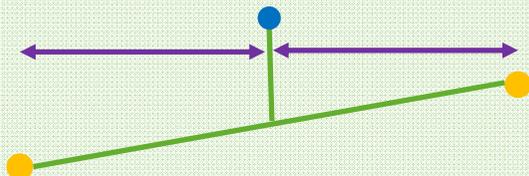
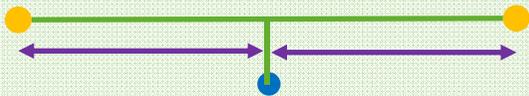
A.  Oui  Non

B.  Oui  Non

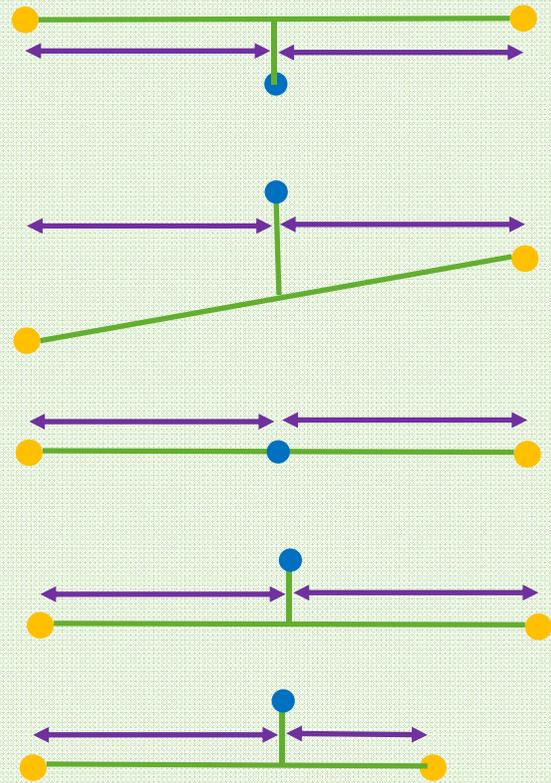
C.  Oui  Non

D.  Oui  Non

E.  Oui  Non



● Point d'équilibre  
 ● Point d'appui



Equilibre stable : point d'appui au dessus des points d'équilibre

Deux objets de même masse : bras égaux

## Balance ?

A.  Oui  Non : **Equilibre instable**

Bascule

B.   Oui  Non

C.  Oui  Non : **Equilibre indifférent**

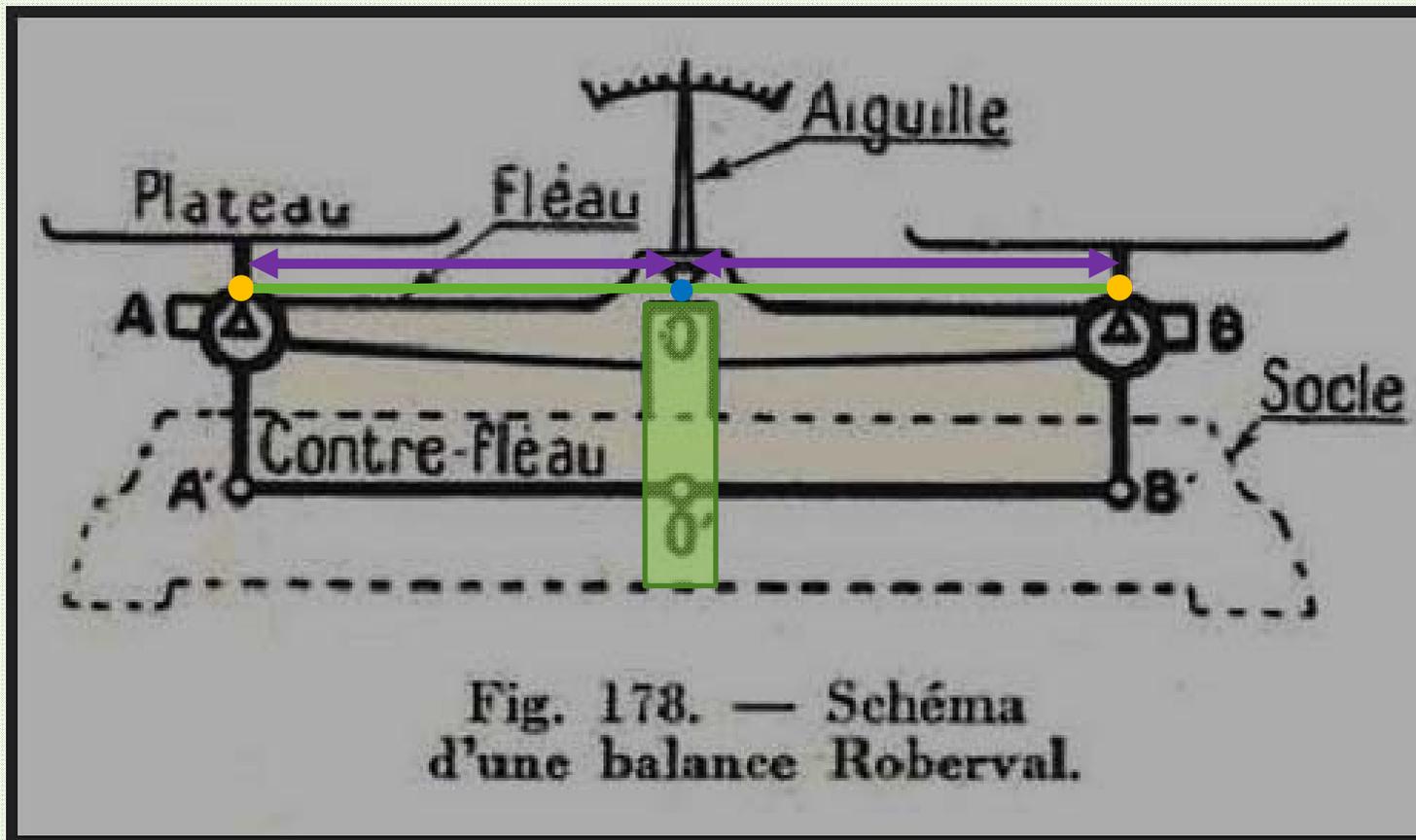
D.  Oui  Non

E.  Oui  Non : **Bras inégaux**

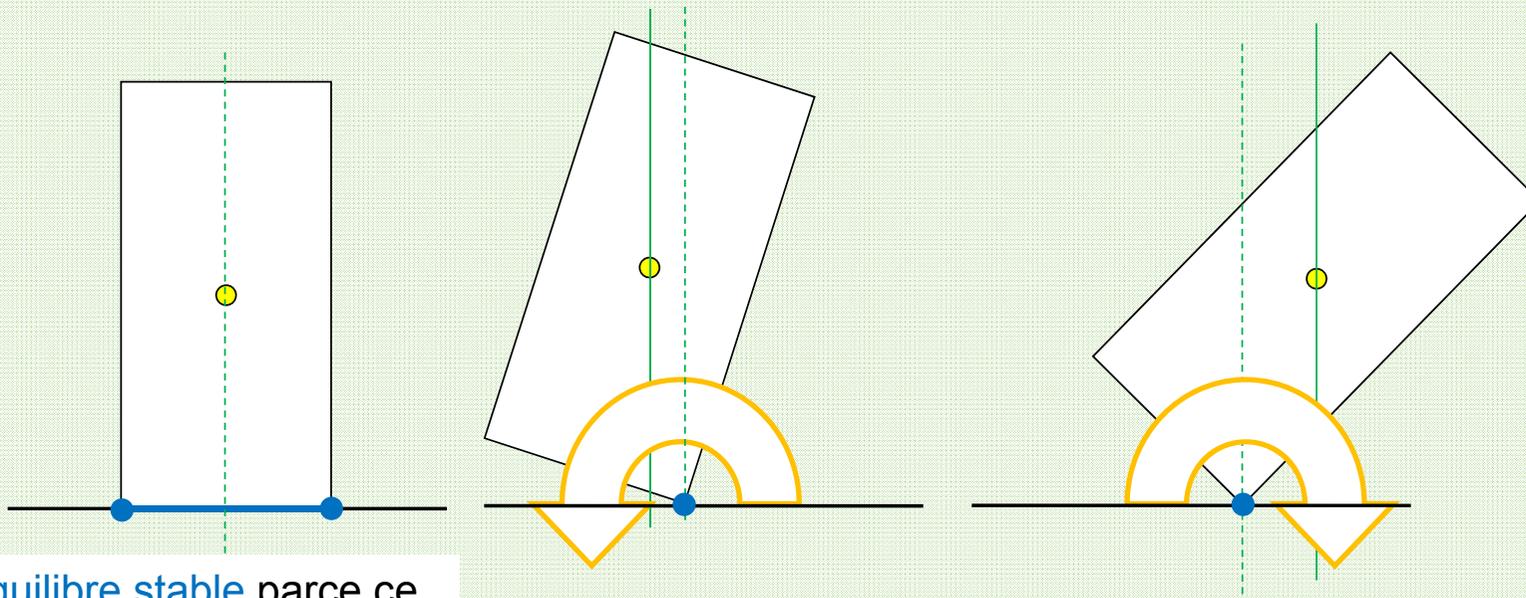
● Point d'équilibre

● Point d'appui

# Balance de Roberval



## L'équilibre au quotidien



**Equilibre stable** parce ce qu'il y a toujours un point d'appui à la verticale du centre de gravité

## Dans la vie quotidienne



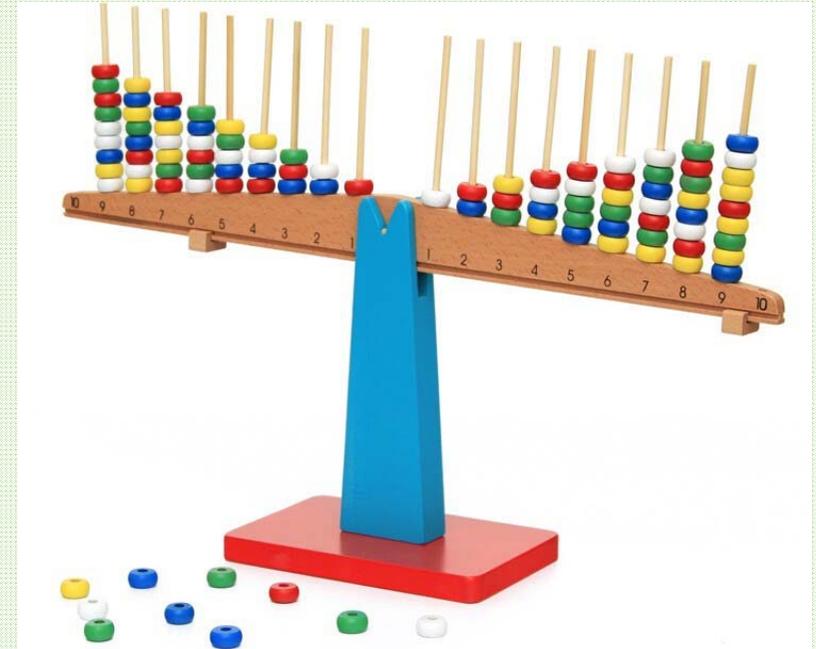
# L'équilibre

**Des exemples / Des interrogations**

## Des balances ??



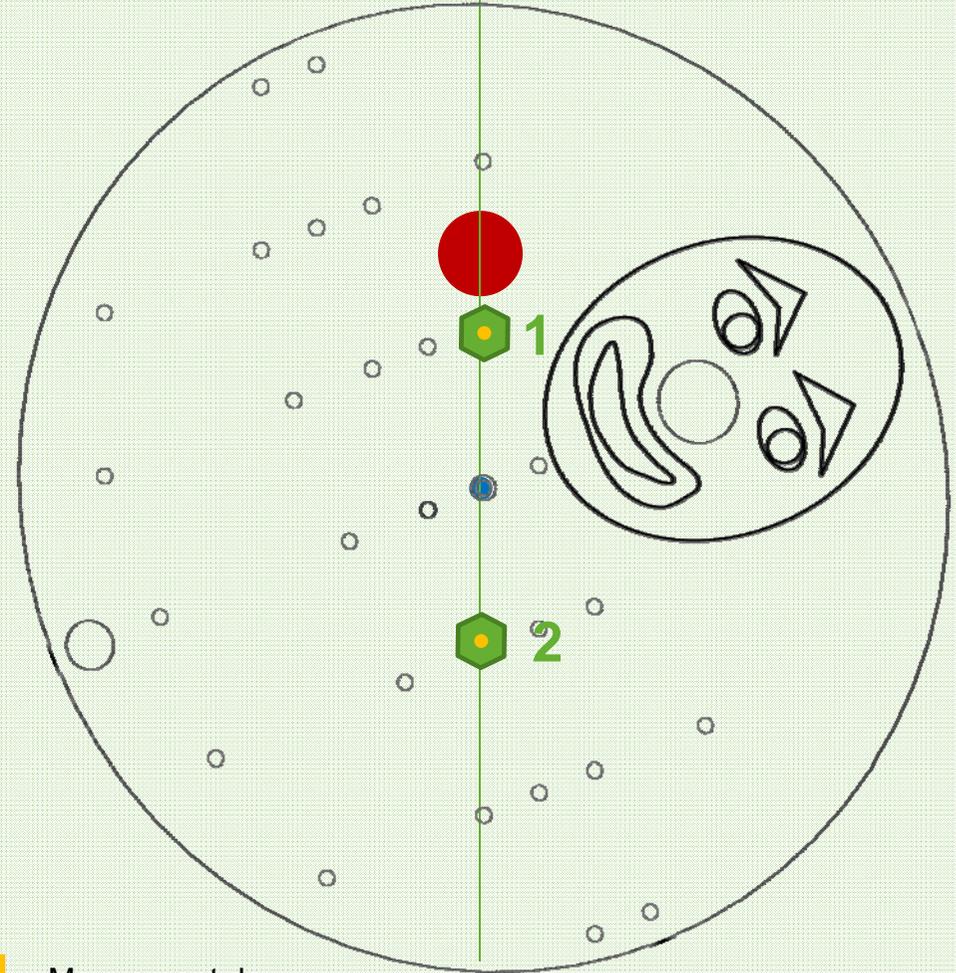
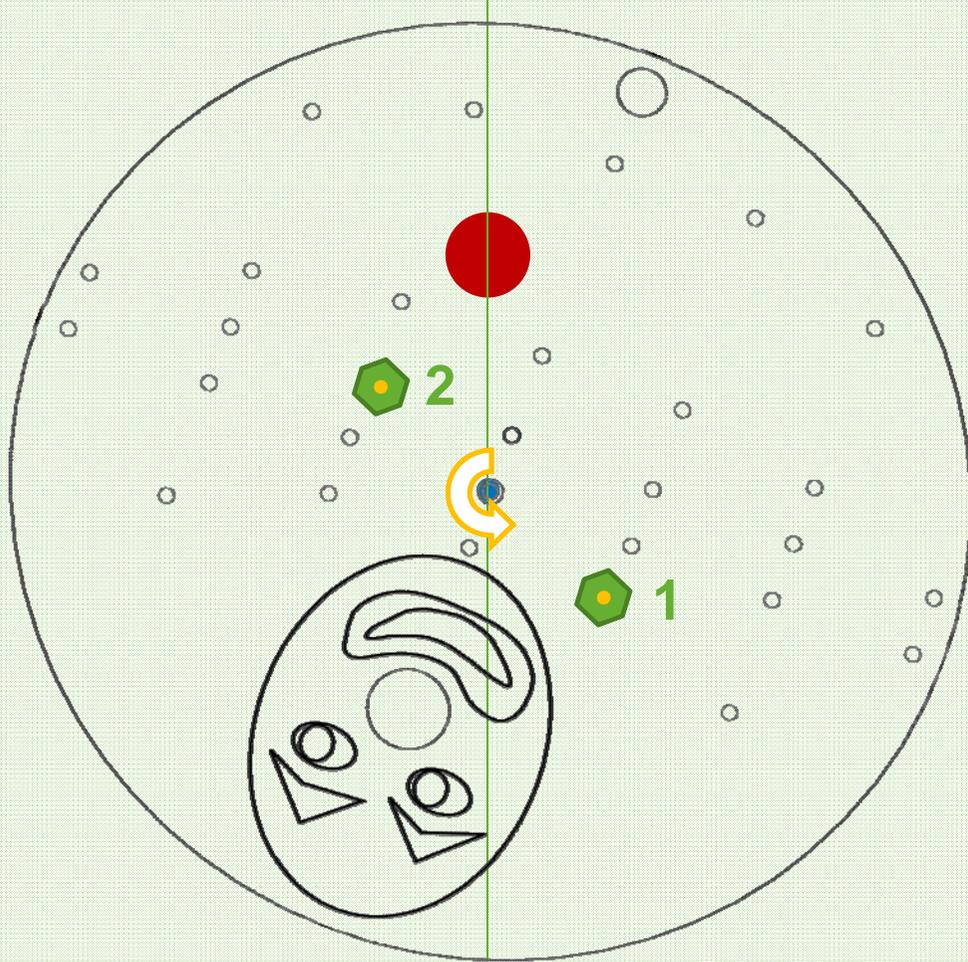
## Equilibre et le jeu



## Relever le défi

**Deux objets différents**

# Ajout d'un écrou à l'un des deux objets



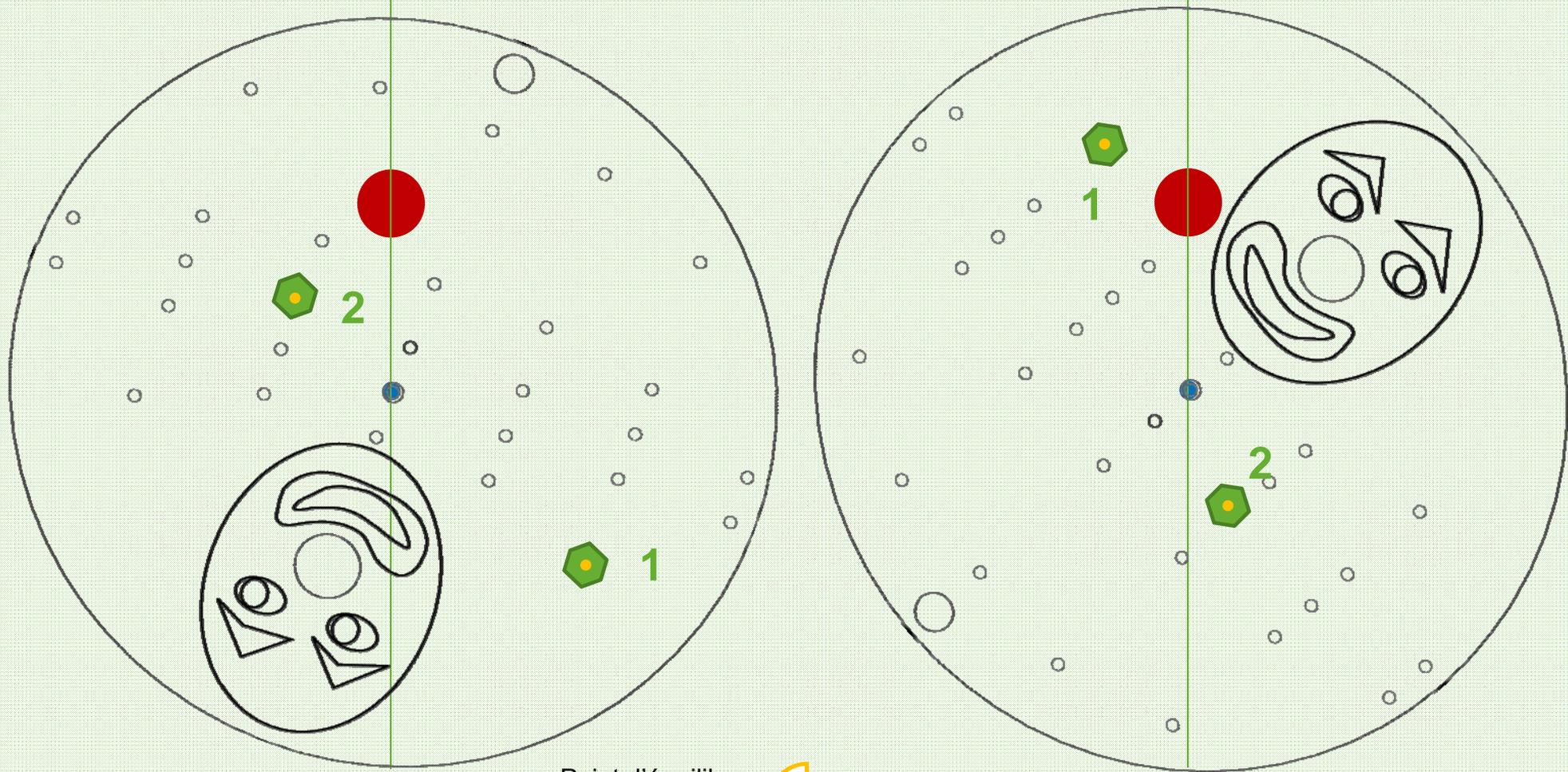
- Point d'équilibre
- Point d'appui

 Mouvement de rotation

Equilibre stable

● ?

# Eloigner l'objet à un seul écrou



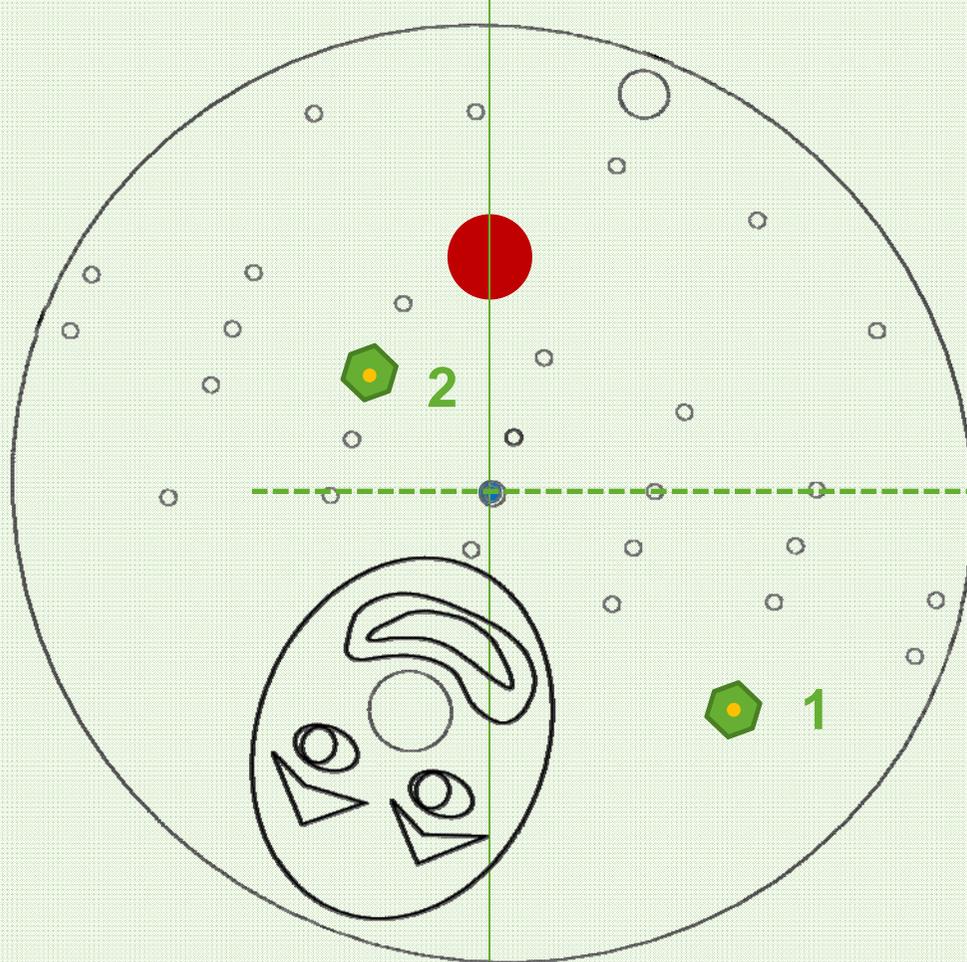
- Point d'équilibre
- Point d'appui



Mouvement de rotation

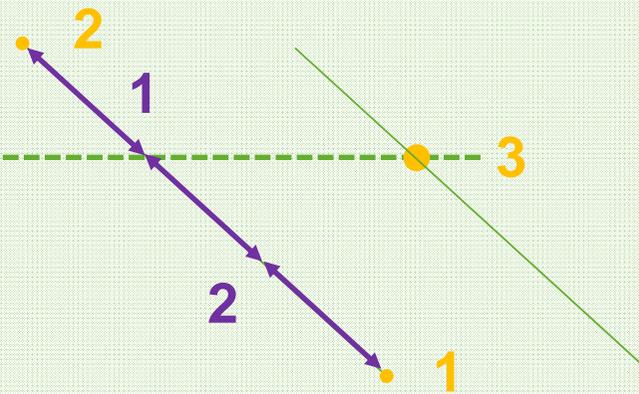
Equilibre indifférent

# Interprétation



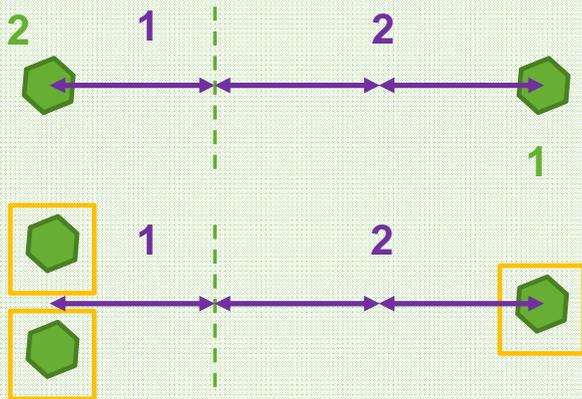
Les nombres associés aux objets sont leur masse en unité de masse « écrou »

La masse de l'objet équivalent est la somme des masses



La position du point d'équilibre de l'objet équivalent est déterminé par les valeurs des masses

- Point d'équilibre
- Point d'appui



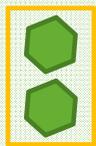
**1 écrou** situé à **2 segments**  
a autant d'effet que  
**2 écrous** situés à **1 segment**

$$1 \times 2 = 2 \times 1$$

**1 objet** de **1 écrou** situés à **2 segments**  
a autant d'effet que  
**2 objets** de **1 écrou** situés à **1 segments**

$$1 \times 2 = 2 \times 1$$

$$1 \times 2 \times 2 = 2 \times 2 \times 1$$



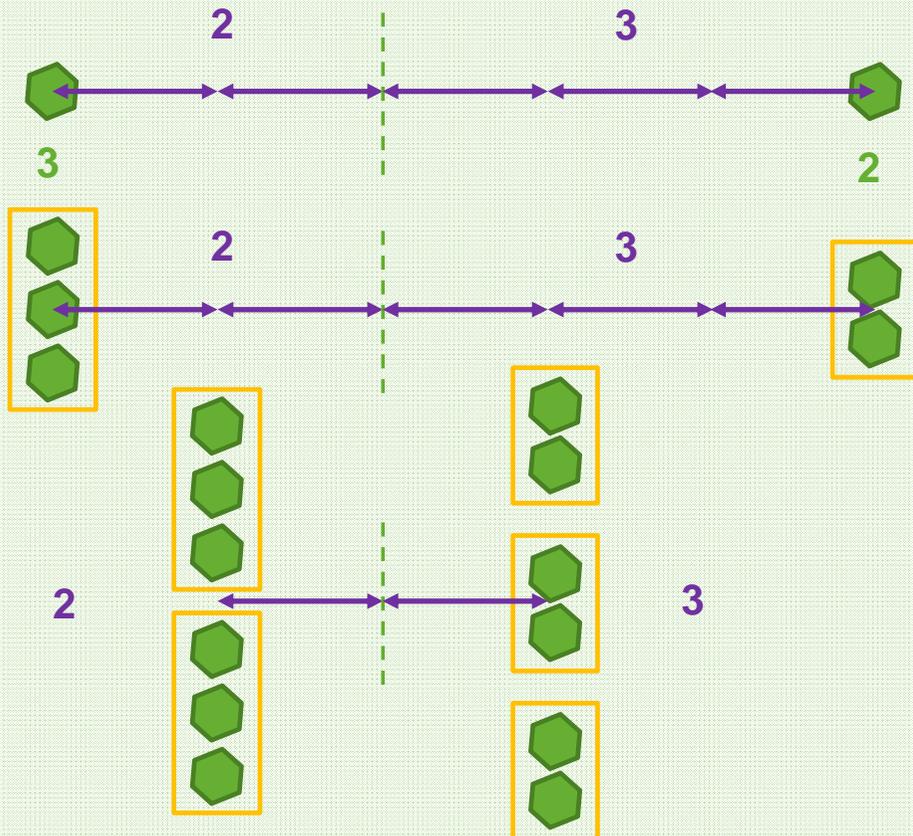
**3 écrous situés à 2 segments**  
 ont autant d'effet que  
**2 écrous situés à 3 segments**

$$3 \times 2 = 2 \times 3$$

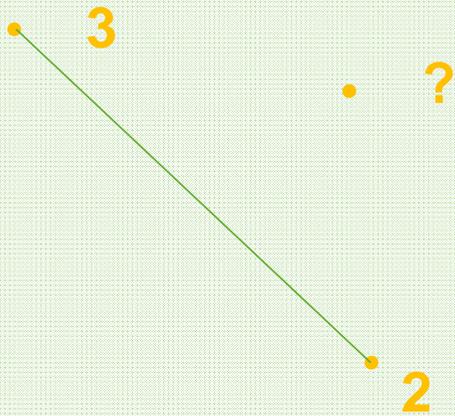
**3 écrous situés à 2 segments**  
 ont autant d'effet que  
**6 écrous situés à 1 segments**

$$3 \times 2 = 6 \times 1$$

6

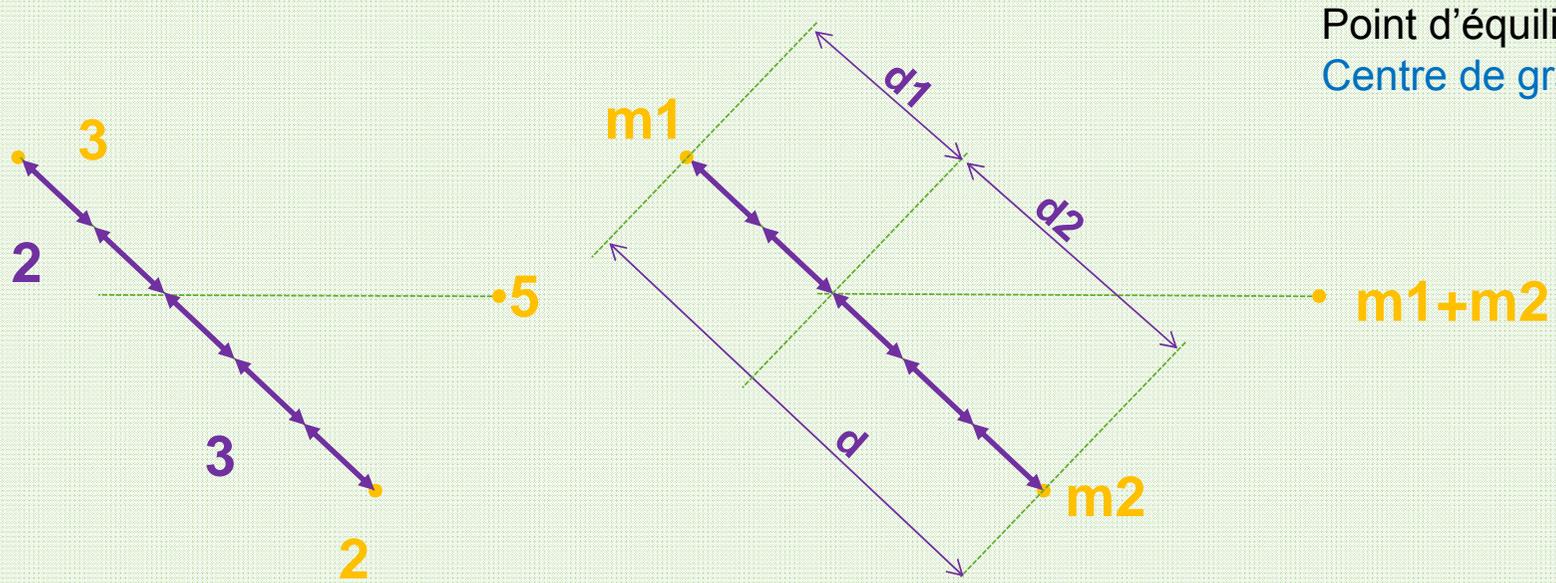


# Autre situation



- Point d'équilibre

# Généralisation



Point d'équilibre indifférent :  
Centre de gravité

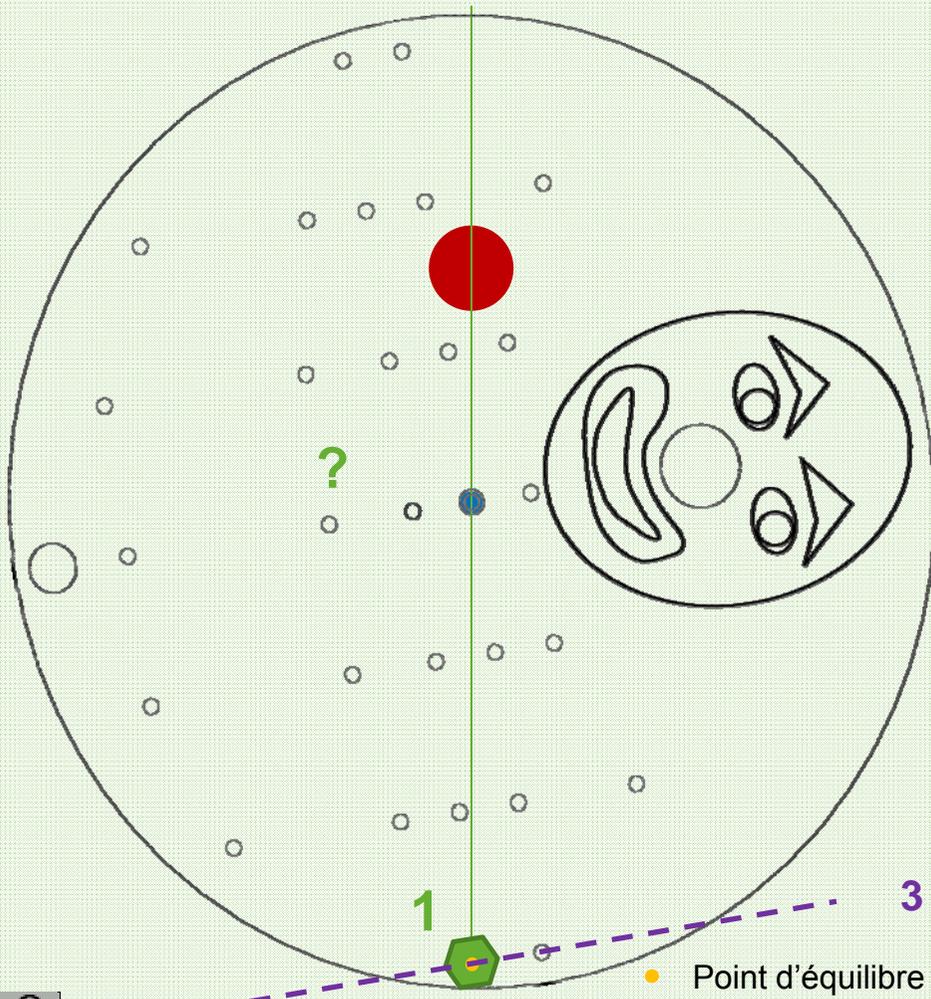
$$m_1 \cdot d_1 = m_2 \cdot d_2$$

$$d_1 = \frac{m_2 \cdot d}{m_1 + m_2}$$

• Point d'équilibre

	Gauche	Droite	Nombre
<b>Segments</b>	3	2	5
<b>Masses</b>	2	3	5
	6	6	

# Quel objet choisir et où le placer pour répondre au défi ?



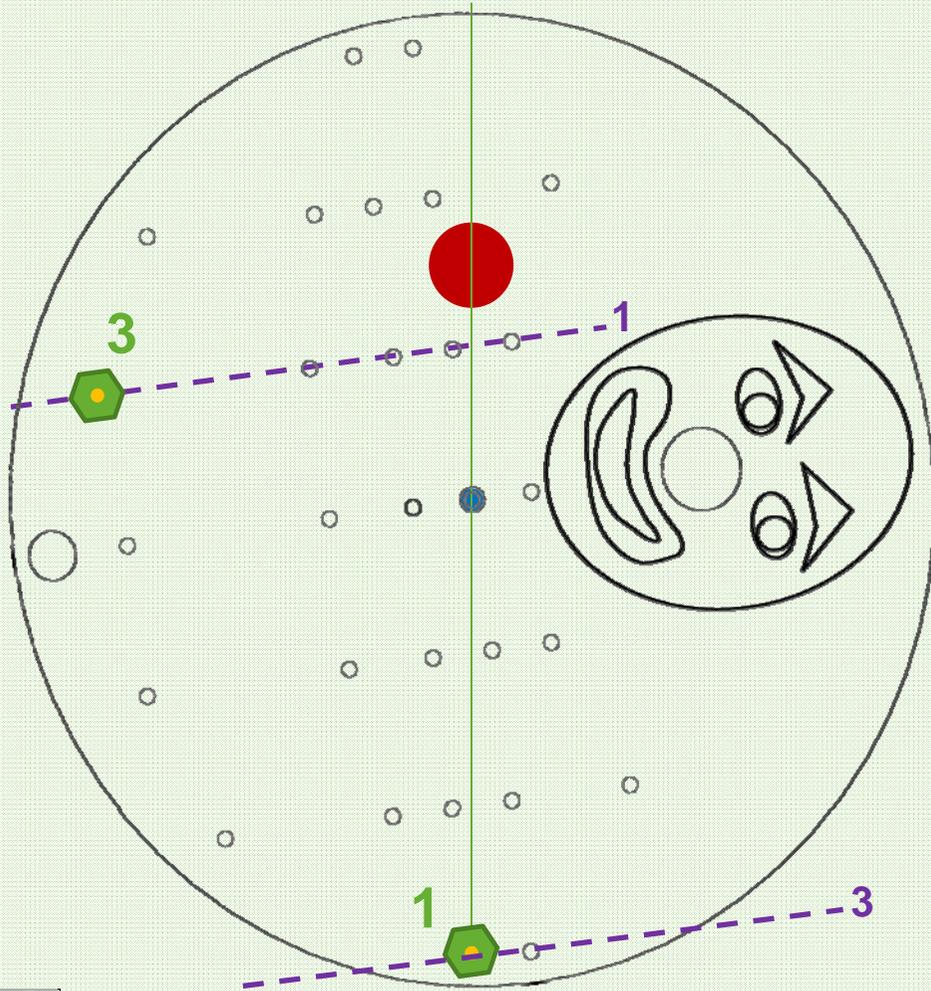
	Gauche	Droite	Nombre
<b>Segments</b>		<b>3</b>	
<b>Masses</b>		<b>1</b>	
		<b>3</b>	

$m_1 = 1 : m_1 * d_1 = 3 \text{ donc } d_1 = 3$   
 $m_1 = 2 : m_1 * d_1 = 3 \text{ donc pas de solution entière}$   
 $m_1 = 3 : m_1 * d_1 = 3 \text{ donc } d_1 = 1$

2 solutions entières

- Point d'équilibre
- Point d'appui

# Quel objet choisir et où le placer pour répondre au défi ?



	Gauche	Droite	Nombre
<b>Segments</b>	1	3	4
<b>Masses</b>	3	1	4
	3	3	

	Gauche	Droite	Nombre
<b>Segments</b>	3	3	4
<b>Masses</b>	1	1	4
	3	3	

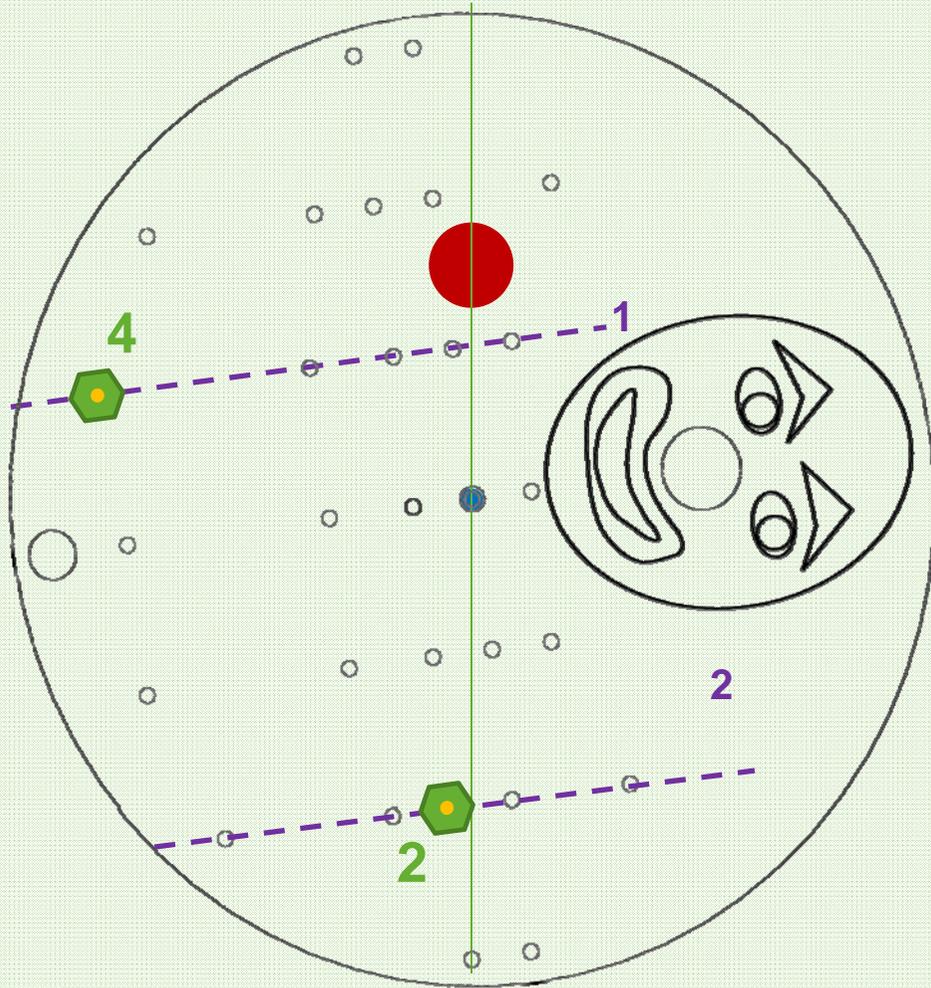
$$m_1 \cdot d_1 = m_2 \cdot d_2$$

- Point d'équilibre
- Point d'appui

## Equilibre stable

Le segment de droite qui lie les deux points d'équilibre doit être « en dessous » du point d'appui

# Quel objet choisir et où le placer pour répondre au défi ?



	Gauche	Droite	Nombre
<b>Segments</b>	2	2	4
<b>Masses</b>	2	2	4
	4	4	

	Gauche	Droite	Nombre
<b>Segments</b>	1	2	3
<b>Masses</b>	4	2	6
	4	4	

Multiplication

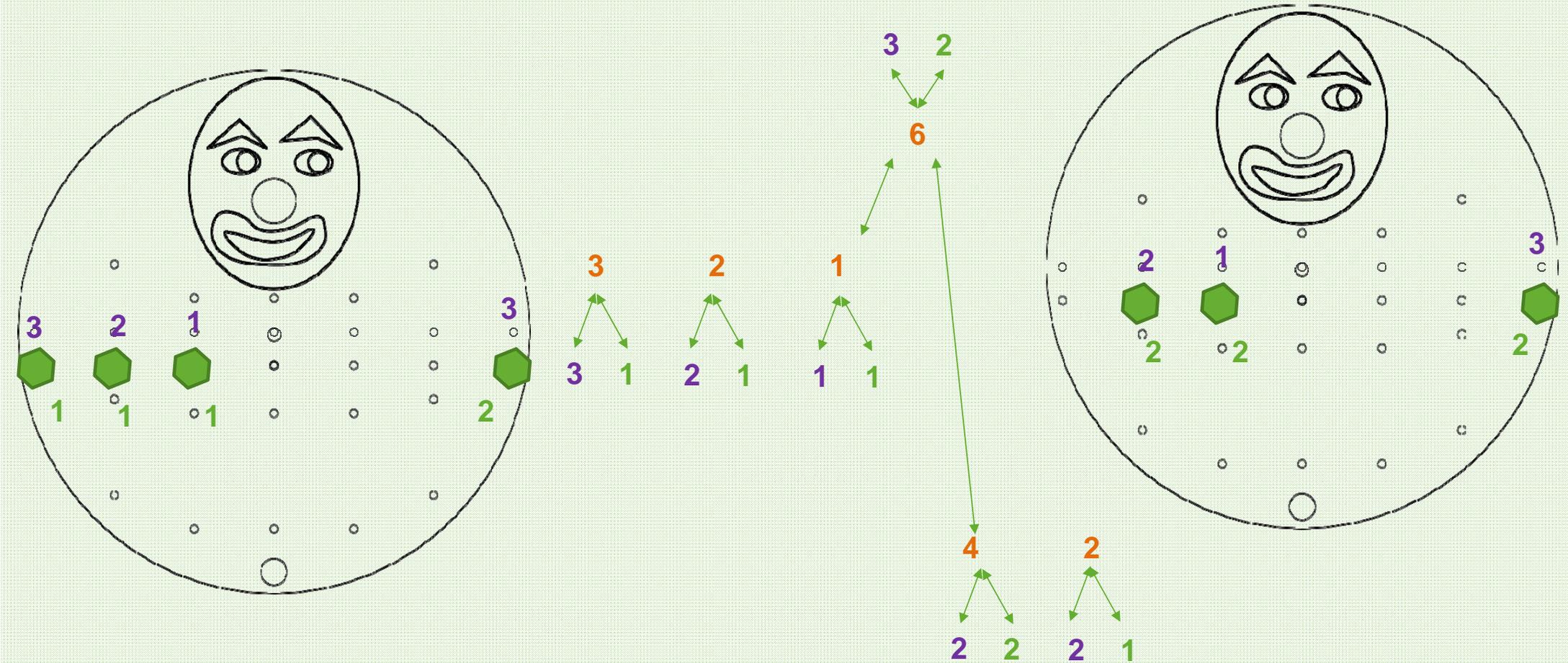
Addition

Décomposition des nombres de 1 à 10

● Point d'équilibre

● Point d'appui

# Décomposition des nombres



# L'équilibre

L'équilibre est lié à la position relative du point d'appui et du centre de gravité.

**Si le point d'appui est unique**, pour qu'un équilibre soit stable il doit être à la verticale en dessus du centre de gravité .

La condition d'équilibre stable implique que les effets des masses de chaque côté du point d'appui soient égaux.

L'effet d'une masse est le produit de cette masse par la distance à la verticale passant par le point d'appui .

Dans le cas où les deux distance sont égales, les masses doivent être égales aussi.

# L'équilibre

La manipulation d'objets pour arriver à un équilibre avec un point d'appui, permet de préparer à la manipulation des nombres entiers, particulièrement à leur décomposition.

La balance de Rørvål a deux bras de même longueur, la condition d'équilibre implique que les masses sur les deux plateaux soient égales.

**Si les points d'appui sont multiples**, pour qu'un équilibre soit stable la verticale qui passe par le centre de gravité situé au dessus des points d'appui doit se trouver « entre » les points d'appui.

## Lien avec la classe

### Construire les premiers outils pour structurer sa pensée/explorer le monde

▫ À leur entrée à l'école maternelle, les enfants ont déjà des représentations qui leur permettent de prendre des repères dans leur vie quotidienne.

Pour les aider à découvrir, organiser et comprendre le monde qui les entoure, l'enseignant propose des activités qui amènent les enfants à

- observer,
- formuler des interrogations plus rationnelles,
- construire des relations entre les phénomènes observés,
- prévoir des conséquences,
- identifier des caractéristiques susceptibles d'être catégorisées.

Les utilisations multiples d'instruments et d'objets sont l'occasion de **constater des phénomènes physiques**, notamment en utilisant des instruments d'optique simples (les loupes notamment) ou en agissant avec **des ressorts**, des aimants, **des poulies**, **des engrenages**, **des plans inclinés**...

Les **enfants ont besoin d'agir de nombreuses fois** pour constater des régularités qui sont les manifestations des phénomènes physiques qu'ils étudieront beaucoup plus tard (**la gravité**, l'attraction entre deux pôles aimantés, les effets de la lumière, etc.).

**Se construire comme personne singulière au sein d'un groupe**  
**Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions l'oral et l'écrit**

## Codages des différentes étapes de la démarche au cycle 1

testé à l'école André Lille (CP Odile Wambre) + DVD apprendre les sciences et la technologie à l'école)

Etapes de la démarche		Codage
<b>On se demande</b>	Formuler une question, décrire	
<b>On pense</b>	Négocier une formulation, affirmer	
<b>On essaie</b> <b>On interprète</b> <b>On conclut</b>	Décrire les expériences, les défis réalisés Montrer, décrire, expliquer, justifier Rapporter un travail, décrire, expliquer, mettre en évidence des liens de cause à effet (argumenter)	 <b>On essaie</b>
<b>On a compris</b>	Négocier des formulations écrites de plus en plus conformes aux critères de l'écrit scientifique	

Document Anne Amandine Decroix  
ESPE Lille – Nord de France

## Retour sur notre expérience

Etapas	Dans notre expérience
observer	
formuler des interrogations plus rationnelles,	
construire des relations entre les phénomènes observés	
prévoir des conséquences,	
identifier des caractéristiques susceptibles d'être catégorisées.	

## Mise en œuvre dans la classe : exemple de l'équilibre

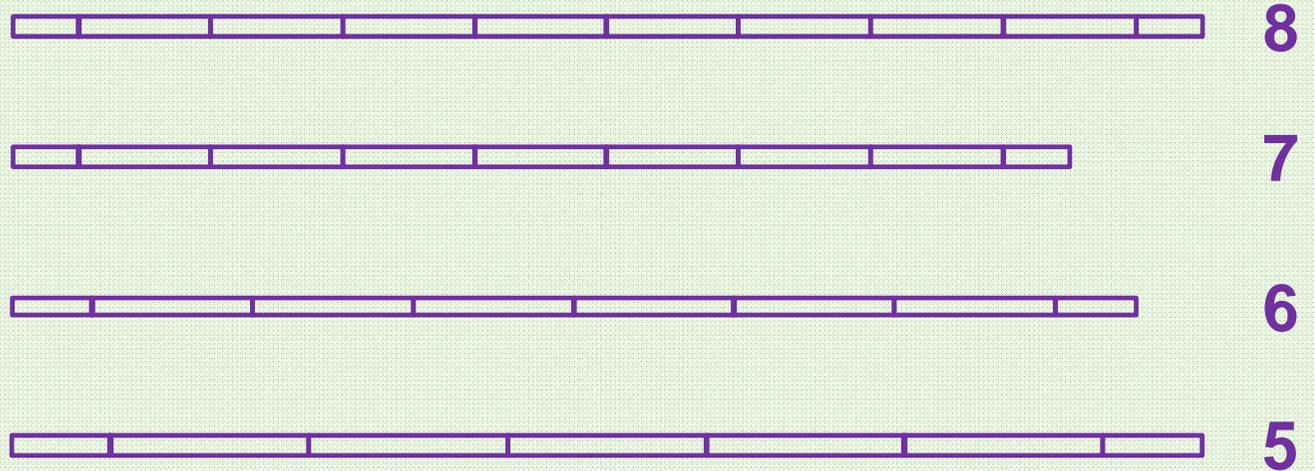
Concepts :	
Liens avec d'autres thèmes :	
Préparation à d'autres apprentissages	
Réinvestissements possibles	
Objets supports	

## Mise en œuvre dans la classe : exemple de l'équilibre

Concepts :	Masse, longueur, verticale, centre de gravité, point d'appui, effet, mouvement
Liens avec d'autres thèmes :	Numération, Equilibre alimentaire, Mesure
Préparation à d'autres apprentissages	Gravité, Mécanismes simples, Plan incliné, Densité, Coule – flotte.
Réinvestissements possibles	EPS, Arts plastiques, Mathématiques, Expression écrite et orale.
Objets supports	Engrenages, Leviers, Ludion, Mobiles, Essoreuse à salade, Jouets,

**Avec trois des quatre fléaux construire un mobile qui utilise le maximum d'écrous.**

**Contrainte : les points de suspension doivent être sur les marques de segment.**



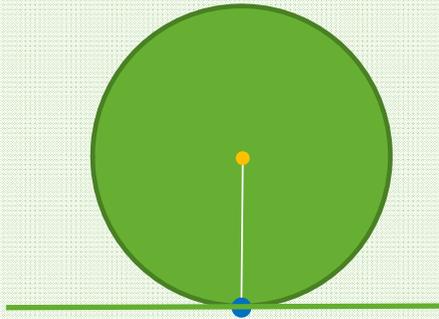
9

Première étape : commencer avec 4 écrous et un seul fléau  
*établir avec les élèves les règles qui découlent de l'expérience*

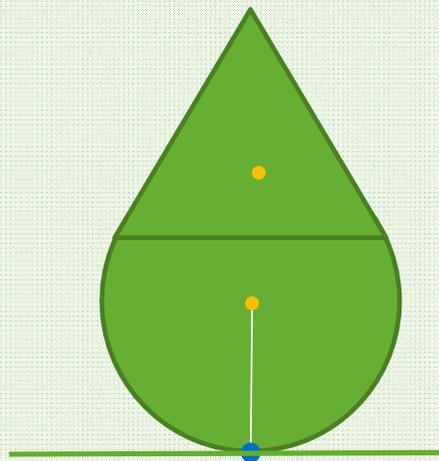
Deuxième étape : plusieurs défis avec trois fléaux : 9, 11, 12 ...  
*faire remarquer que les solutions sont multiples*

## Défi culbuto

*Equilibre indifférent*



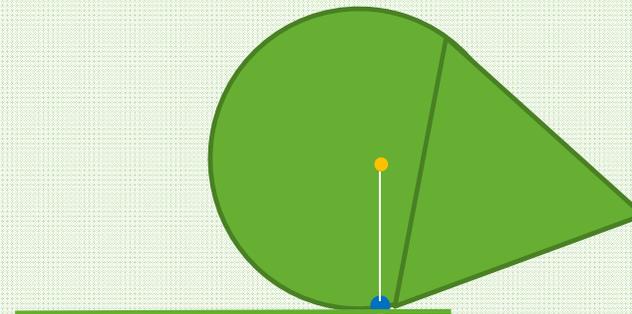
*Equilibre instable*



On ajoute un chapeau

Comment permettre au lutin de tenir droit avec son chapeau ?

*Equilibre équilibre stable*





Mobile de Calder IV

<http://images.math.cnrs.fr/Mobiles-de-Calder.html>