

# Balance de Roberval

pour apprendre les bases de numération de position

Vincent Lesbros

18/12/2020 - 20/12/2020

page d'expérimentation : <https://www.cyclonium.com/atelier/base-deux/balanceRoberval.html>

## Base deux

On introduit la base deux à l'aide d'une balance et de poids.

Les poids sont de 1, 2, 4, 8, 16, ... grammes.

Il y a un poids de chaque valeur.

Sur un des plateaux de la balance Roberval, on place une valeur de X grammes, inférieure au double du plus gros des poids.

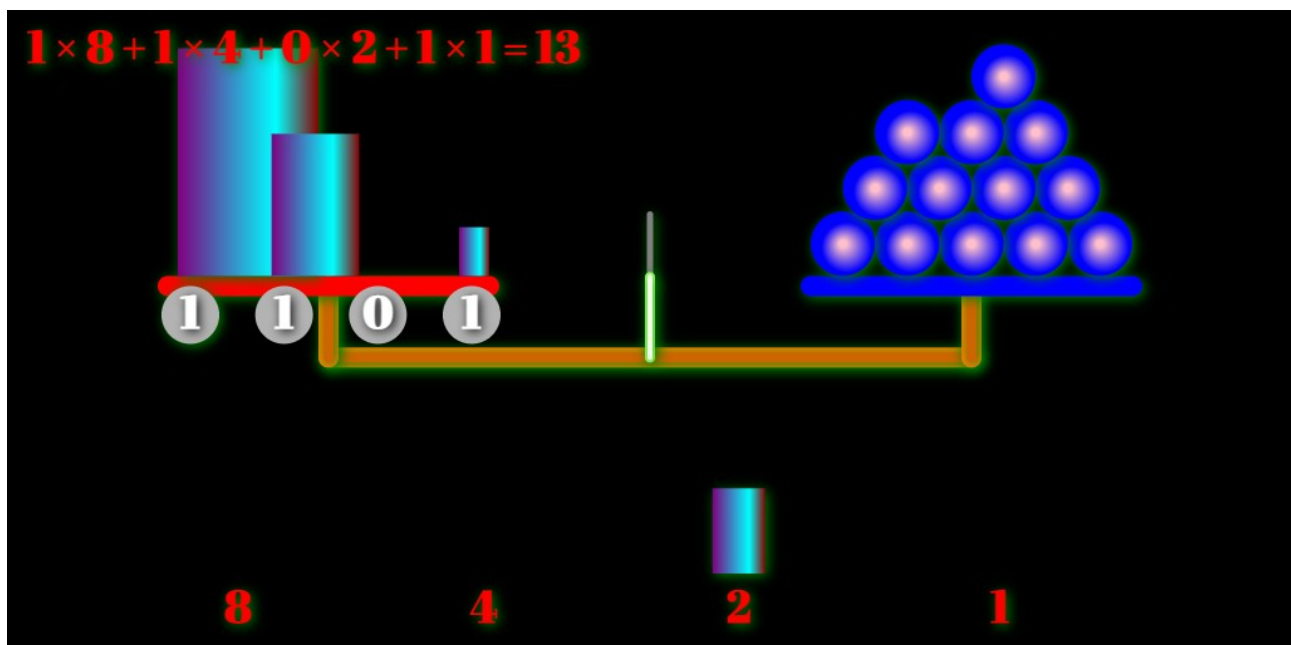
On peut ajouter ou retirer les poids en cliquant sur eux, ou sur leur case.

Le but est d'équilibrer la balance.

Quand l'équilibre est atteint, la présence ou l'absence des poids se traduit en l'écriture binaire de la valeur pesée.

Par exemple pour peser 13 grammes avec 4 poids :

Poids :	8	4	2	1
Présence :	1	1	0	1



Représentation dans la page, on a posé les poids 8, 4 et 1 pour équilibrer les 13 billes. Pour poser un poids, il suffit de cliquer dessus. Pour le retirer et le remettre dans la réserve idem. La réserve est en bas de la page, avec les valeurs des poids écrites en rouge en base dix.

Par exemple pour peser 7 grammes avec 4 poids :

Poids :	8	4	2	1
Présence :	0	1	1	1

## Base trois

Même chose, avec deux poids de chaque valeur 1, 3, 9, 27...

On pèse des valeurs inférieures au triple du plus grand poids.

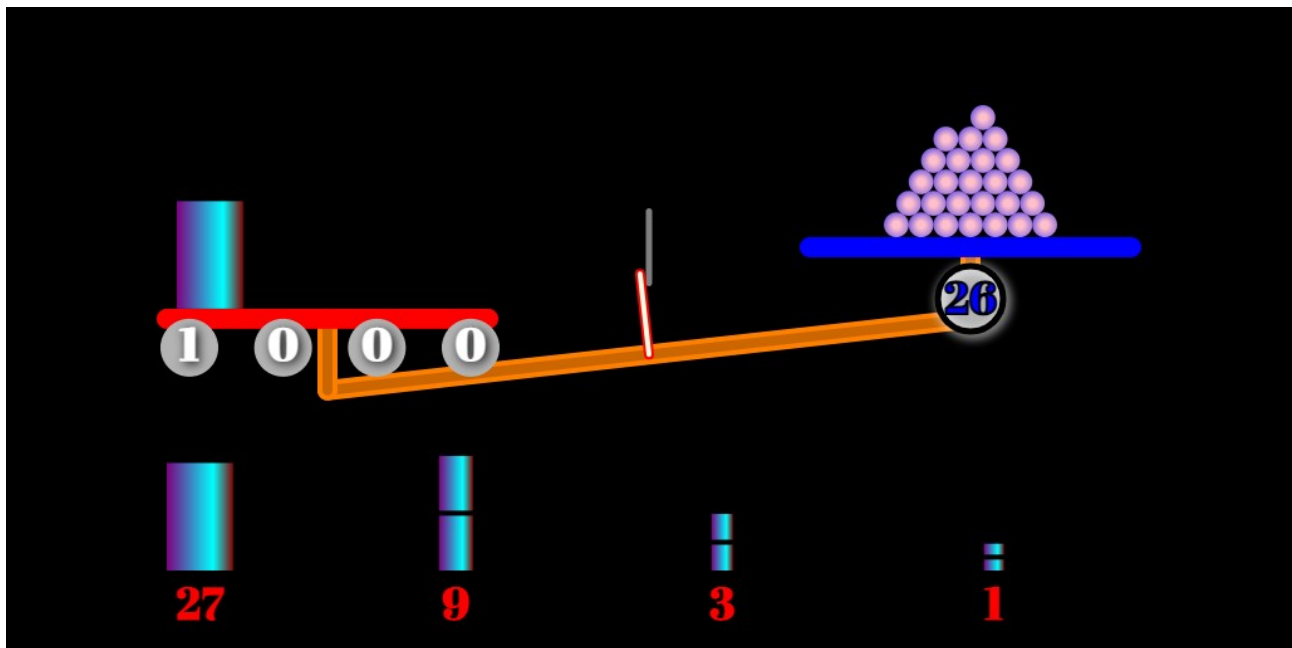
Par exemple pour peser 13 grammes avec 4 poids :

Poids :	27	9	3	1
Présence :	0	1	1	1

Par exemple pour peser 7 grammes avec 4 poids :

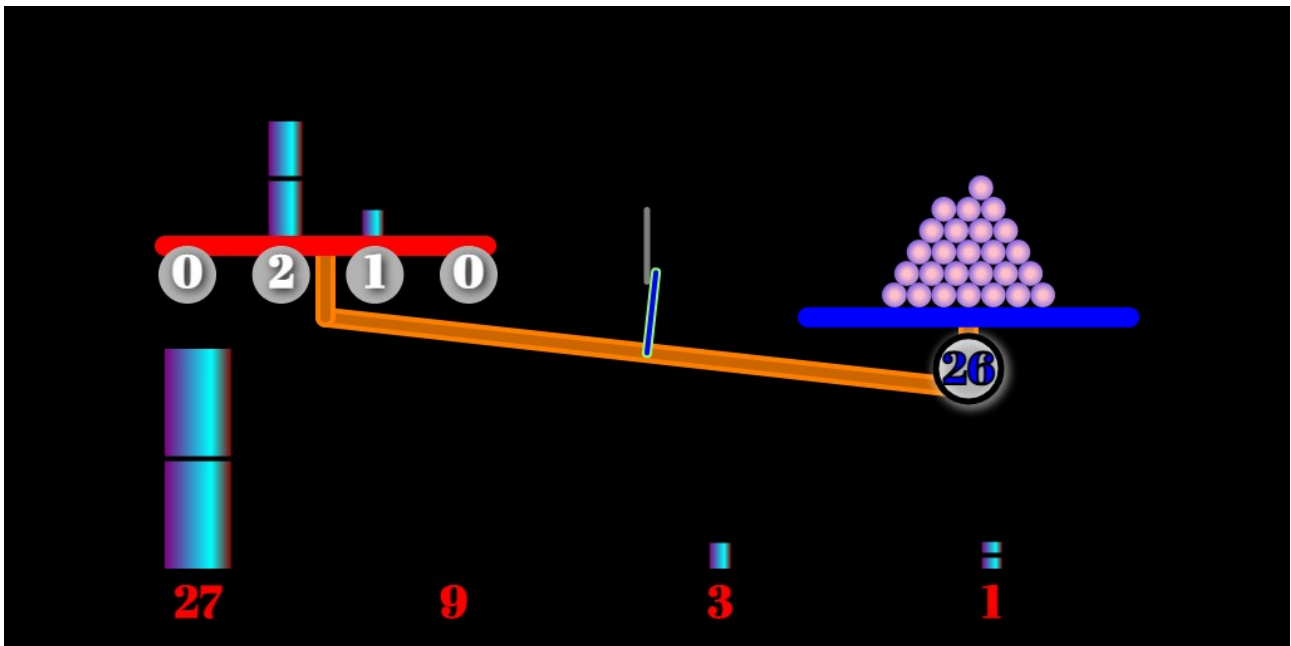
Poids :	27	9	3	1
Présence :	0	0	2	1

On peut avancer vers le résultat sans compter :

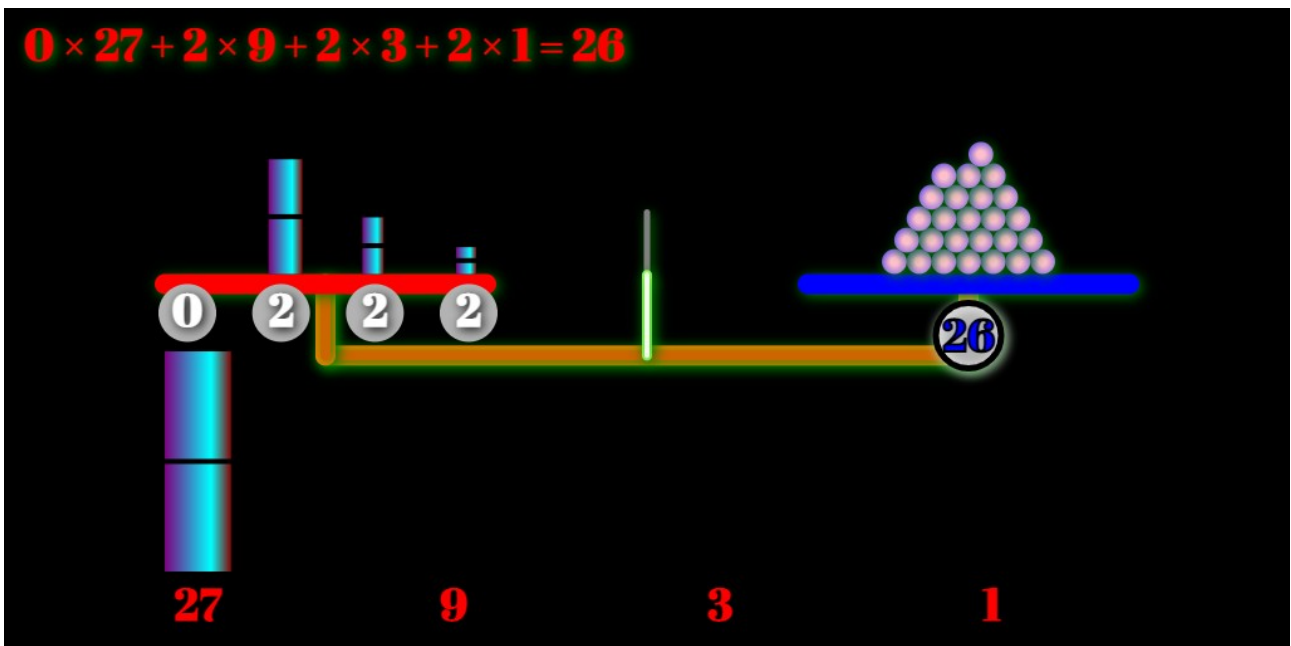


En base 3 avec 4 rangs, le poids de 27 dépasse la valeur à peser, la balance penche à gauche avec l'aiguille colorée en rouge.

Si on a placé un poids trop fort, la balance penche à gauche.

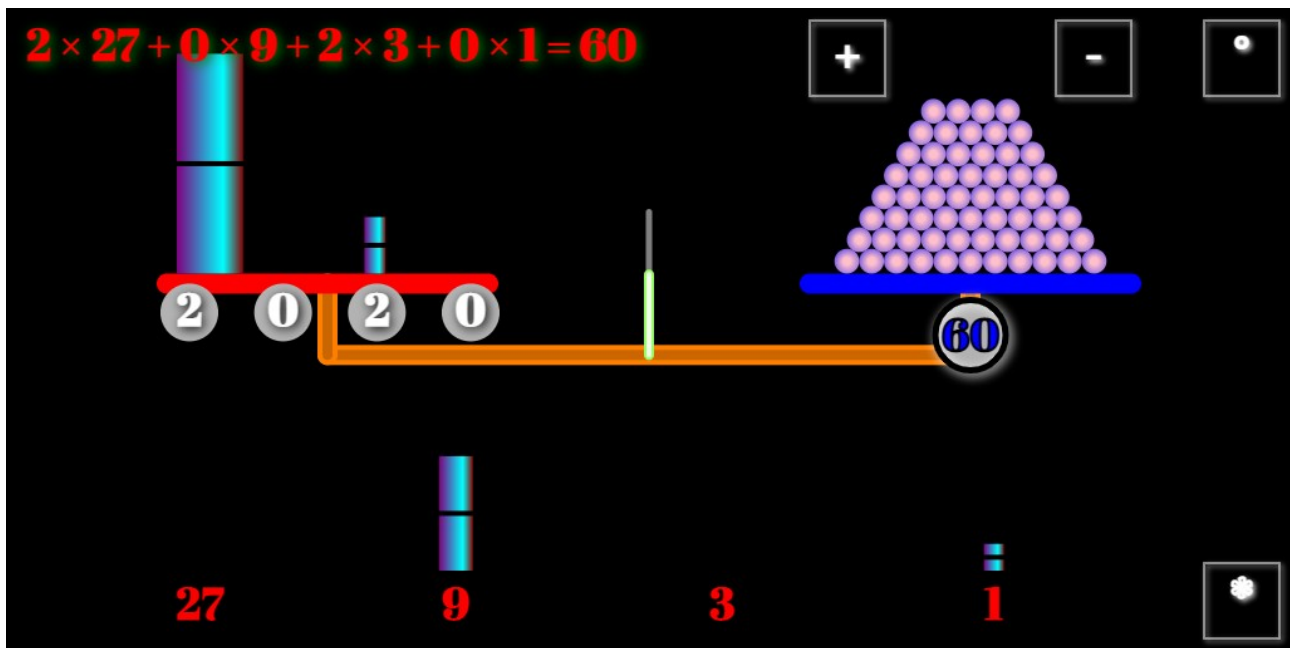


S'il manque des poids, la balance penche à droite avec l'aiguille bleue.



Quand la balance est équilibrée, le fléau est horizontal, l'aiguille est verte et la formule en base dix s'affiche en haut. Ici, 26 en base trois s'écrit  $(0222)_3$ .

Le nombre formé sous le plateau rouge de gauche écrit en blanc dans les pastilles grise est le nombre écrit dans la base choisie.

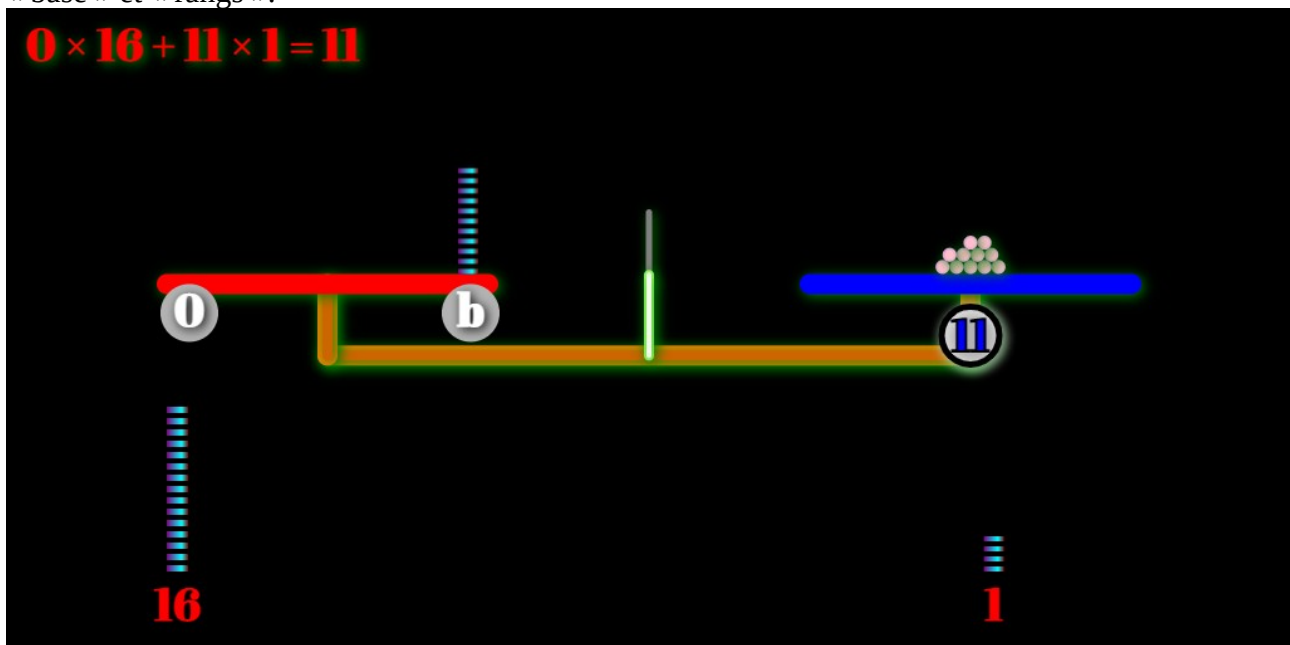


Pour ajouter ou retirer des billes à droite, on clique au dessus du plateau bleu, à gauche on ajoute, à droite on retire une bille (cadres + et -). Si on clique dans le cadre en haut à droite avec le rond, une nouvelle valeur aléatoire à peser est proposée.

Si on clique en bas à droite dans le cadre avec l'étoile, on affiche ou on masque le nombre de billes écrit en base dix en bleu sous le plateau de droite.

## Autres bases

Dans la page, on peut choisir une base (de 2 à 36) et un nombre de rangs avec les champs de saisie « base » et « rangs ».



En hexadécimal par exemple, onze s'écrit 0b.

Les bases vont jusqu'à 36 en utilisant les lettres de a à z.

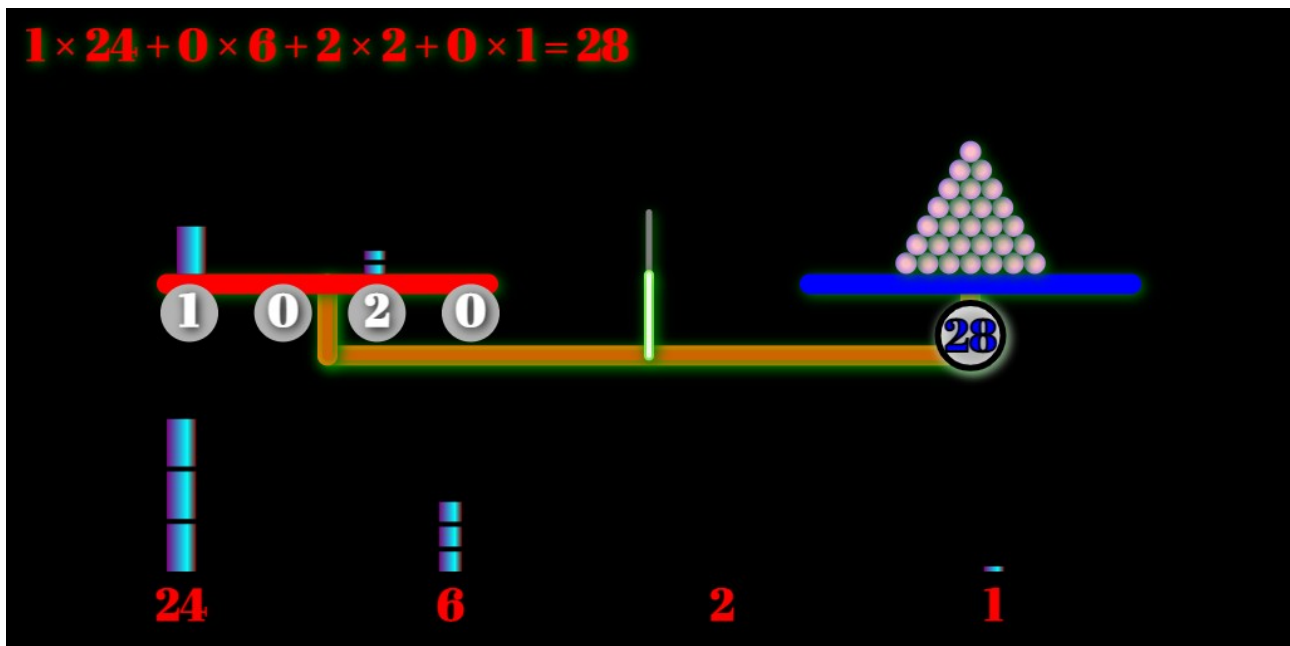
Attention de ne pas mettre de trop grand rangs en fonction de la base, sinon, le dessin des billes risque de prendre du temps ! On a limité le nombre de rangs à 6.

J'ai essayé de faire rentrer le tout dans une seule page, et j'ai tenté de rendre les poids avec une taille proportionnelle à leur masse, comme s'ils étaient des cylindres vus de profil. Mais, ce n'est pas toujours possible, en fonction de la place disponible, du nombre de poids à empiler et

l'impératif de voir les poids, si petits soient ils par rapport aux autres. Plus la base est grande plus l'aspect des poids est déformé : pour l'expérience, les bases 2 et 3 sont les plus simples. De même la taille des billes dépend du nombre maximum représentable avec les poids et de la place qu'elles occuperont en formation triangulaire.

## Base factorielle

Il existe des bases autres que les bases classiques où les rangs ne représentent plus les puissances d'un entier. Un bon exemple est la base factorielle, où le rang  $n$  représente  $n!$ .

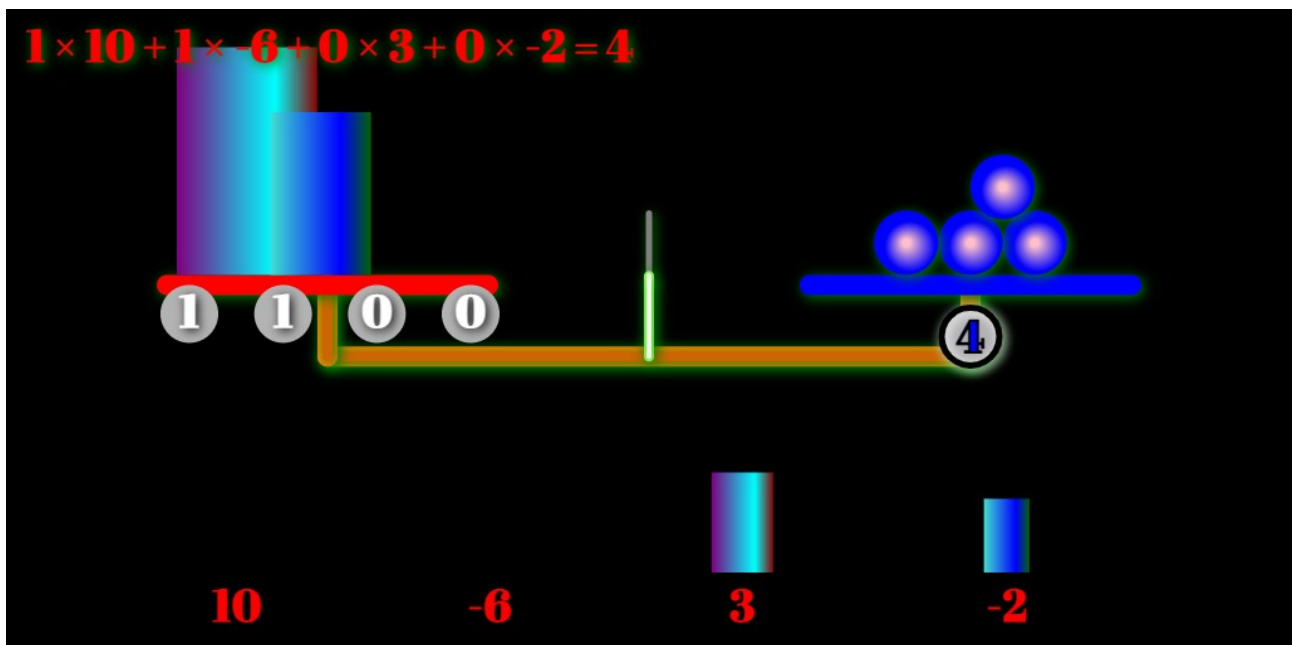
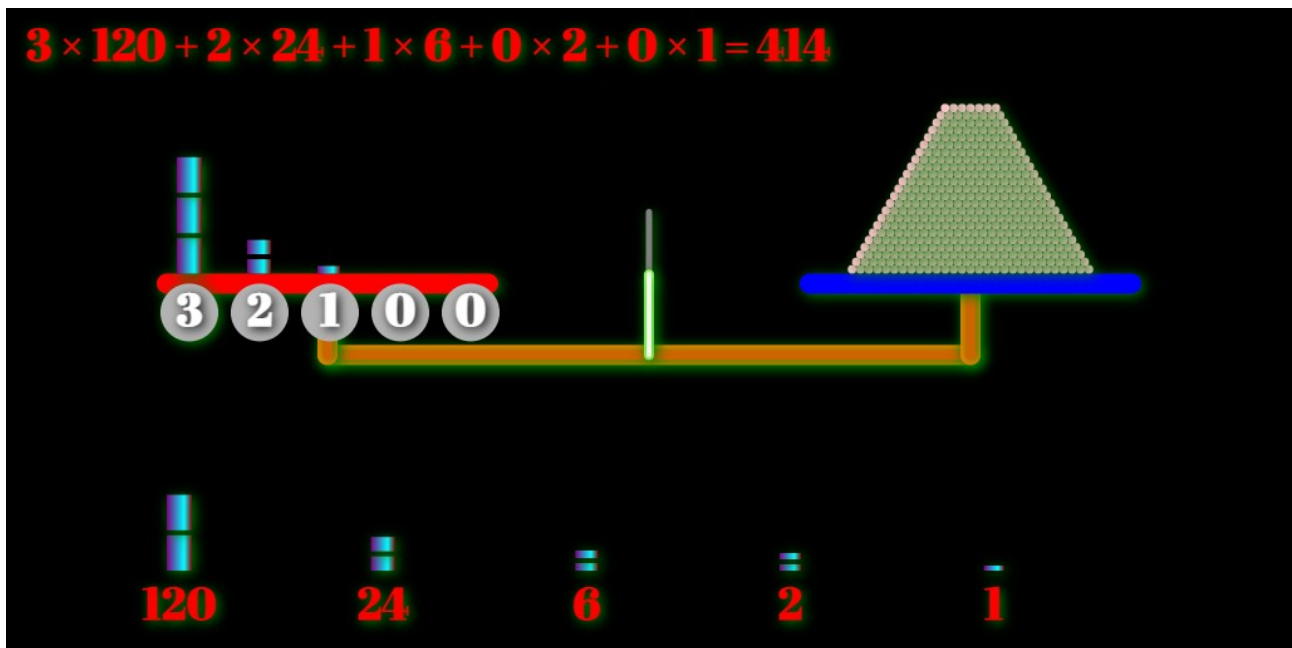


Exemple dans la base factorielle avec :  
 4 poids de 24, 3 poids de 6, deux poids de deux, et un poids de l'unité.  
 La figure montre l'unique représentation de  $28 = (1020)_{\text{fact}}$ .

Pour entrer une base particulière, il suffit de saisir la liste des poids souhaités, de préférence de la valeur absolue la plus petite à la plus grande. On peut en effet donner des poids négatifs dans la liste. Le nombre de rangs sera le cardinal de l'ensemble des valeurs de poids données.

Par exemple pour la base factorielle à 5 rangs :

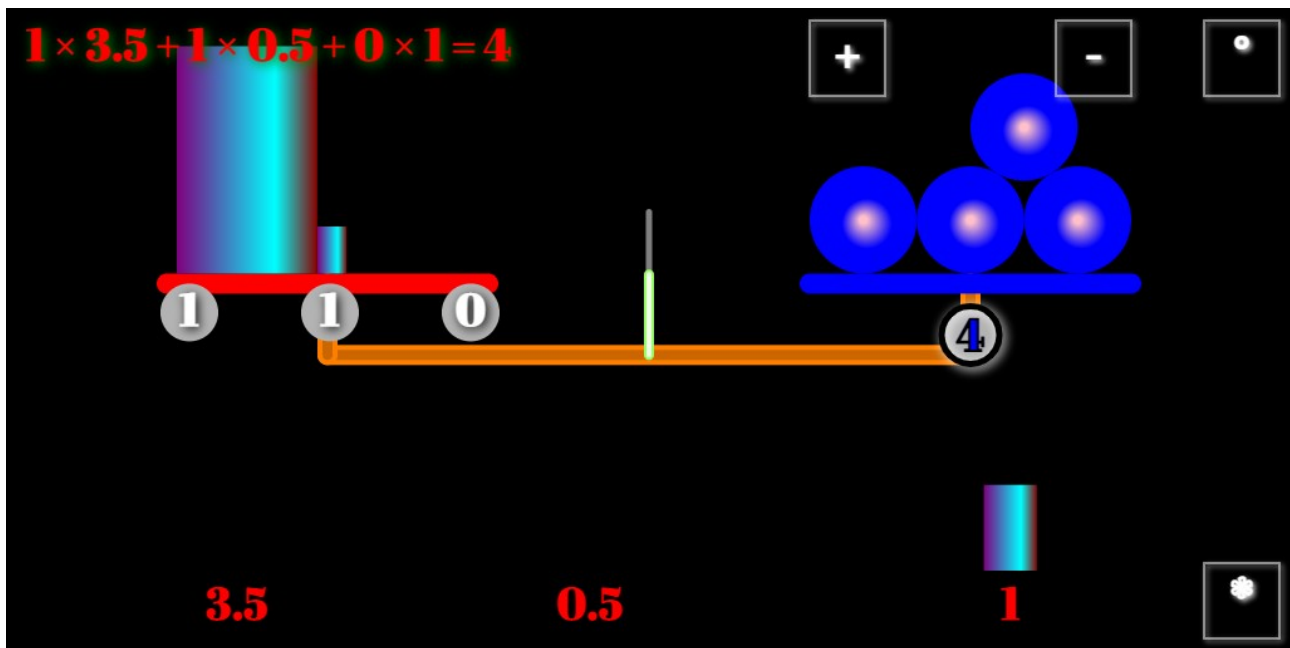
**Liste de poids :** 1, 2, 2, 6, 6, 6, 24, 24, 24, 24, 120, 120, 120, 120, 120



Les poids négatifs sont représentés dans une autre couleur. Dans cette base, la valeur maximale est 13, mais on ne peut pas représenter 6 par exemple. Pour faire 1 on écrit (0011), 2 = (1101), 3 = (0010), 4 = (1100), 5 = (1111).

## Bases à rangs non entiers

Enfin, rien n'empêche de mettre des décimales dans la liste de poids, à part que le nombre de billes sera toujours un entier, et que les erreurs de calcul sur les nombres flottants peuvent donner des surprises.



Liste de poids : 1, 0.5, 3.5

J'ai de la chance, on peut représenter 4.

Note : l'ordre des poids n'est pas croissant, c'est d'autant plus déroutant.

Vive les petits poids !