Atelier : « quelques instants de récréations mathémagiques »

Dominique Souder

Où l'on alternera divers tours liés aux jeux avec des nombres, au calcul mental (A 1 à A 10*), ainsi qu'à la géométrie* (B 1 à B 5), *ou encore à la ronde des heures et du temps* (C 1 à C 5)…

Et où le niveau d'intérêt variera de l'école au lycée…

Jeux de nombres et calcul mental …

A 1) Voici un tour reçu par Internet, à proposer à une personne gourmande…

Ton âge avec des maths chocolatées (tour présenté pendant l'année 2007).

(niveau collège, montre l'utilité de l'écriture littérale, développe la démarche d'enquête scientifique, son extension permet de développer la créativité des élèves, leur confiance en eux)

Le magicien demande à un spectateur qui aime beaucoup les barres de chocolat de penser au nombre de barres qu'il mange en une semaine.

Ensuite il lui demande de faire quelques calculs :

- multiplier par 2 ce nombre de fois
- ajouter 5 au résultat obtenu
- multiplier par 50
- ajouter 1757 si le spectateur a déjà eu son anniversaire cette année, ou ajouter 1756 sinon
- enlever le millésime de son année de naissance

Le magicien peut alors annoncer l'âge du spectateur !

Comment fait-il ?

Explication…

Soit n le nombre de barres de chocolat, les consignes donnent successivement :

2n

2n+5

50(2n + 5) = 100n + 250

soit 100n + 250 +1757 = 100n + 2007 si l'anniversaire a eu lieu

soit 100n + 250 +1756 = 100n + 2006 sinon.

Mais si l'anniversaire a déjà eu lieu en 2007, l'année de naissance est (2007 moins l'âge) que je note (2007 – A) en appelant A l'âge, et le résultat final devient :

$$100n + 2007 – (2007 – A) = 100n + A.$$

Et si la personne n'a pas encore fêté son anniversaire, son année de naissance vaut (2006 –A) et le résultat final est 100n + 2006 – (2006 – A) = 100n +A.

Dans tous les cas le résultat est : (100n +A).

Regardons ce nombre par exemple avec n = 7 et 43 ans, on trouve 700+43= 743 donc on lit en effet le nombre à gauche et l'âge avec les deux chiffres à droite.

Attention (ce n'était pas indiqué !), le tour ne fonctionne pas avec une personne qui a 100 ans ou plus :

Exemple pour n = 7 et 102 ans on trouve 700+102 = 802, la personne n'a pas 2 ans, et n ne fait pas 8.

On peut adapter ce tour pour l'année prochaine ou d'autres années, contrairement à ce qu'indique le message Internet d'origine.
Exemple :
pour 2008 il suffit de changer la consigne « tu ajoutes 1757 si tu as eu ton anniversaire » par « tu ajoutes 1758 si tu as eu ton anniversaire », et la consigne « tu ajoutes 1756 si tu n'a pas eu ton anniversaire » par « tu ajoutes 1757 si tu n'as pas eu ton anniversaire ». Et ainsi de suite pour toujours arriver à (100n +A).

A 2) Comment faire tourner en bourrique le spectateur ?

(niveau cours moyen, faire faire aux élèves du calcul mental simple en le présentant comme un jeu ; à prolonger en début de collège pour montrer l'intérêt du calcul littéral)

Le magicien s'adresse au spectateur...
- Choisissez un nombre entier
- Multipliez-le par 2
- Ajoutez 9
- Ajoutez le nombre de départ
- Divisez par 3
- Enlevez 3
- Votre résultat est le nombre que vous aviez choisi !

Comment expliquer la réussite de ce tour ?
Vous pourriez prendre un exemple, écrire tous les résultats de chaque action. Prendre un deuxième exemple. Mais le mieux est peut-être de relire les consignes : vous devriez vous rendre compte maintenant que :
- le nombre que vous avez choisi est comptabilisé deux fois plus une, soit 3 fois, puis divisé par 3 ce qui permet de retomber dessus
- le nombre 9 divisé par 3 donne 3, et si on lui enlève 3 il reste 0 : il n'a donc servi qu'à vous égarer…

Quand vous serez au collège vous apprendrez à traduire en mathématique le tour précédent ainsi : si n est le nombre de départ, $(2n + 9 + n) : 3 - 3 = n$.

A 3) La répétition des âges…

(niveau cours moyen ; jeu avec la division à faire à la main ou avec la calculatrice)

Demandez à un ami dont l'âge s'écrit avec deux chiffres de l'écrire sur une feuille de papier, puis de répéter cette écriture deux autres fois à la file de façon à obtenir un nombre de six chiffres.

Annoncez à votre ami que son nombre est divisible par 37 (c'est à dire que quand on le divise par 37, la division tombe juste et donne un nombre entier).

Tendez-lui une calculatrice pour qu'il puisse vérifier rapidement.

Continuez en disant à votre ami de profiter de l'affichage de la calculatrice pour diviser par 13 son résultat et vérifier qu'on obtient encore un nombre entier.

Poursuivez encore en annonçant que votre ami pourra diviser le résultat par 7, puis encore par 3 et là, terminez en déclarant, maintenant à l'affichage tu dois pouvoir lire ton âge ! Votre ami devrait bien être épaté !

Sauriez-vous lui montrer que vous êtes fort en maths et que vous pouvez tout expliquer ?

Supposons que l'âge soit 15 ans. Il est facile de vérifier que :

$151\,515 = 150\,000 + 1500 + 15 = 15 \times (10\,000 + 100 + 1) = 15 \times 10\,101$.

Mais 10 101 = 37 × 13 × 7 × 3. En divisant par successivement 37 puis 13, 7, et 3 on retombe sur le nombre de départ de deux chiffres.
Pourriez-vous faire un tour analogue en écrivant 2 fois de suite un nombre de deux chiffres ?

Attention, si vous avez une grand'mère dont le grand âge nécessite un nombre de trois chiffres, faites-lui écrire seulement deux fois son âge. Ensuite faites faire les divisions par 13, 11 et 7. *Essayez de comprendre pourquoi.*

A 4) Le département (tour pour lequel une calculatrice peut être utile)

(niveau collège, montre l'utilité de l'écriture littérale, développe la démarche d'enquête scientifique)

- Prenez votre âge (nombre entier)
- Multipliez-le par 2
- Ajoutez 5
- Multipliez par 50
- Ajoutez le numéro du département où vous êtes né (e)
- Enlevez le nombre de jours qu'il y aura cette année
- Combien trouvez-vous ?

Le magicien annonce alors l'âge du spectateur et le département où celui-ci est né.

Explication :
Si a est l'âge, et n le numéro du département
$50(2a + 5) + n - 365$ se simplifie en $100a + n - 115$
Le magicien ajoute 115 au résultat du spectateur et trouve $100a + n$
Ceci permet de dire instantanément, avec les deux chiffres de droite le numéro du département, et avec les deux chiffres de gauche l'âge du spectateur.

Exemple pour $a = 44$ et $n = 78$: le spectateur calcule $50(44 \times 2 + 5) + 78 - 365 = 4\,363$
Le magicien fait $4\,363 + 115 = 4\,478$ et en tire $a = 44$ et $n = 78$
A vous de modifier un peu ce tour pour une année bissextile de 366 jours.

*   *   *   *   *

Géométrie :

B 1) La légende de la fondation de la ville de Carthage

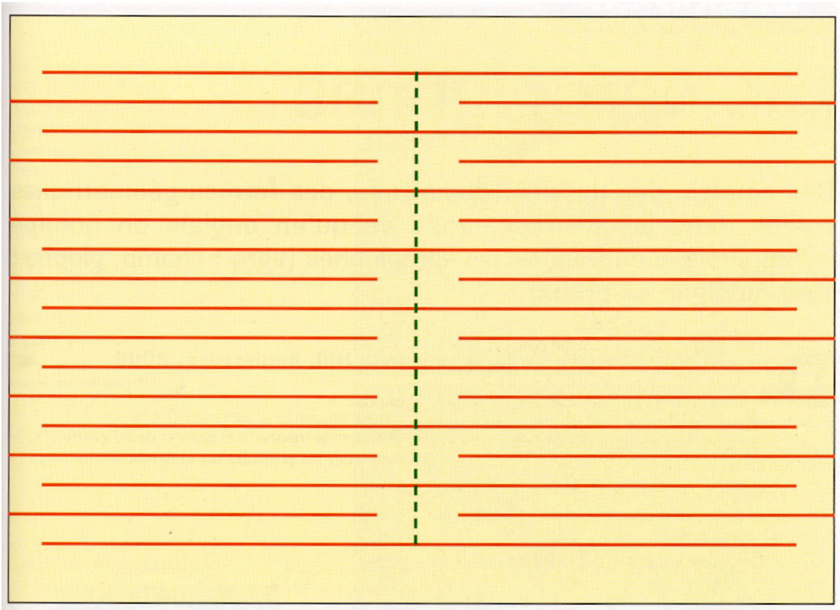
(niveau école, permet de distinguer les notions de périmètre et d'aire)

Le magicien présente une banale feuille de papier 21 × 29,7 cm à son public et lance le défi suivant : **découpez avec ces ciseaux un trou à l'intérieur de cette feuille de façon que je puisse passer debout à travers !**

Devant les yeux écarquillés de l'assistance et le manque de volontaire pour relever le défi, il indique qu'il va raconter, pendant qu'il réalise le découpage, une histoire dont la conclusion donnera la solution du défi…

En l'an 814 avant Jésus Christ, le royaume de Tyr (actuellement au Sud-Liban) avait à sa tête le roi Mutto, lequel avait deux enfants : Didon, l'aînée, et Pygmalion, le cadet. Le roi meurt. Pour monter sur le trône, Didon devait être mariée à un grand prêtre. Elle décide de prendre le pouvoir et donc épouse le grand prêtre Sicharbas ; deux jours après le mariage, celui-ci est assassiné. Didon fait faire une enquête discrète qui révèle que son frère Pygmalion est le responsable, son but étant de monter sur le trône. Didon décide alors de quitter son pays pour échapper à la soif (meurtrière) de pouvoir de son frère. Elle part en bateau vers l'ouest avec des amis fidèles.

Elle fait une escale en Afrique, sur une presqu'île qui fait partie maintenant du pays qu'on appelle Tunisie. Les indigènes ont à leur tête Iarbas : Didon lui demande l'hospitalité, mais aussi, pour elle et ses amis, « autant de terre que peut en contenir la peau d'un bœuf ». Iarbas se montre généreux mais peut-être pas très malin : Didon effectue le découpage en bandes fines de la peau de bœuf selon la tactique et le dessin qui suivent, et déplie…



(Découper selon les traits rouges et selon les traits pointillés, sans dépasser. Avec de l'entraînement, on peut partir d'une feuille blanche, la plier en deux, découper le pli au centre en laissant intactes les extrémités du pli, puis faire des découpes parallèles à la largeur, démarrant alternativement d'un bord et de l'autre. Attention à avoir un nombre impair de découpes parallèles, au moins 13 pour obtenir une hauteur d'homme).

Le contour, par les bandelettes de peau, de la terre cédée à Didon se révèle suffisamment long pour que Didon puisse s'installer à l'intérieur et fonder Qart Hadasht (la nouvelle ville), autrement dit la ville de Carthage

Le magicien a exhibé sa feuille découpée et est passé au travers à la fin de son discours, relevant lui-même son défi. Les matheux savent bien que l'aire et le périmètre ce n'est pas la même chose, et se rendent compte que si la feuille n'a pas changé d'aire pendant le découpage, le périmètre par contre est devenu très grand. Certains profs seraient même prêts à faire calculer à leurs élèves le nombre de découpes à faire dans la feuille pour que ce soit un éléphant qui passe au travers de celle-ci !

* * *

<u>La magie du temps, la ronde des heures…</u>

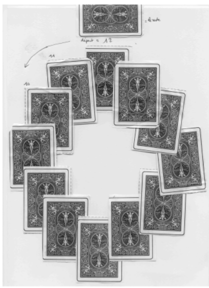
C 1) L'heure des tours de cartes

(niveau collège, démarche scientifique de recherche d'invariant)

Après avoir fait mélanger le jeu de cartes par un spectateur, étalez-les faces cachées sur la table, et sans avoir l'air de les compter proposez un paquet de 13 cartes à votre ami, puis faites un tas à l'écart des autres cartes (39) sur la table. Tournez-vous et demandez à votre ami de choisir un petit paquet de cartes parmi celles qu'il a en main et de mettre les autres dans sa poche. Dites ensuite : « Regardez la carte qui est sous votre paquet, en contact avec la table, et rappelez-vous-en. Puis-je me retourner ?»

Demandez maintenant au spectateur de mettre son petit paquet de cartes contenant la carte choisie sur le gros tas écarté tout à l'heure. Prenez le jeu et distribuez les cartes en rond, faces cachées, expliquant que vous allez reconstituer un cadran d'horloge. Vous commencez par mettre une carte en position du 12, puis vous placez la carte correspondant au 11, et ainsi de suite dans le sens contraire aux aiguilles d'une montre. Les cartes qui vous restent sont placées un peu au dessus de la position du 12 pour servir de repère de lecture de l'horloge.

Demandez à votre victime de bien vouloir compter combien elle a de cartes dans sa poche, et de vous le dire. Dites-lui que ce nombre va donner l'heure qui cache sa carte choisie en secret. Par exemple si le spectateur a 4 cartes dans sa poche, on retourne la carte placée au niveau du 4 de l'horloge : c'est la carte choisie !



Comment expliquez-vous la réussite de ce tour ?

Numérotons les cartes de 1 en haut à 13 en bas. S'il y a 4 cartes en poche et 9 cartes dans le petit paquet, la carte choisie est en position 9 à partir du haut. S'il y a x cartes en poche, la carte choisie est en position (13 – x) dans le petit paquet.

Carte numéro…	1	2	…	y	…	13-x	…	12
Position horaire sur le cadran	12	11		13-y		x		1

Vous avez compris ? Le truc de l'histoire est tout simplement que la somme de deux cases verticales doit toujours être 13. Pourquoi 13 intervient-il et non 12 ? Parce qu'il y a toujours « un piquet de plus que le nombre d'intervalles »

C 2) L'heure de la prédiction.

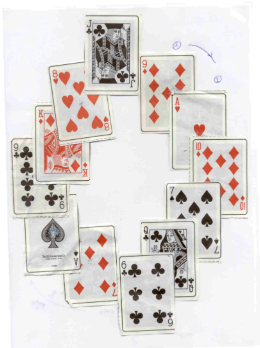
(niveau collège, démarche scientifique de recherche d'invariant)

Faites battre le jeu de cartes à votre ami, puis sous prétexte de montrer que c'est un jeu normal, étalez-le sur la table faces visibles, chaque carte à gauche étant en dessous de sa voisine de droite. Faites-le avec grand soin pour la partie gauche du jeu de façon à pouvoir compter de l'œil sans vous faire voir 13 cartes. Il vous faut retenir le nom de la première carte à partir de la gauche (en fait celle du dessus du paquet avant l'étalage) et tendre le paquet de ces 13 cartes à votre ami, faces visibles en haut (votre carte est donc la dernière des 13). Rassemblez les autres cartes en un paquet écarté pour l'instant. Prenez un bout de papier, dites que vous allez faire une prédiction, et écrivez le nom de votre carte sans être vu par votre ami. Pliez le papier et laissez-le sur la table à portée de vue de votre victime pendant tout le reste du tour.

Tournez-vous et demandez à votre ami de penser à une grande horloge et de choisir une heure parmi les douze positions possibles de son cadran. Ensuite votre ami devra prendre en cachette un petit paquet de cartes correspondant à ce nombre (l'heure) parmi celles qu'il a, à partir du dessus, faces visibles, puis le mettre en poche : par exemple pour 4 heures il met 4 cartes en poche. Demandez à votre ami de mettre son petit paquet restant de cartes toujours faces visibles en haut sur le gros tas écarté tout à l'heure présenté lui aussi faces visibles en haut. Retournez-vous et insistez sur votre ignorance du nombre de cartes dans ce paquet.

Dites maintenant que, pour dessiner le cadran de l'horloge, vous avez besoin de 12 cartes. Vous constituez une pile de 12 cartes, prises une à une du paquet faces visibles à partir du haut. Ensuite vous dessinez le cadran de l'horloge, en commençant par la position du 1 du cadran pour la première carte face en haut visible de votre pile, et en continuant dans le sens des aiguilles d'une montre. Repérez où se trouve votre carte : à quelle heure sa position correspond-elle ? Le nombre associé vous permet de dire combien votre ami a mis de cartes dans sa poche : par exemple si votre carte est en position 4 heures, il a 4 cartes dans sa poche. Annoncez à votre ami avec le sourire que vous voyez clairement le nombre de cartes à travers sa poche, faites vérifier l'exactitude du nombre que vous énoncez.

Ce n'est pas fini ! Achevez votre victime brillamment en lui disant que son nombre de cartes correspond en plus à une heure du cadran où se trouve une carte, et que justement le nom de celle-ci est écrit sur le papier de prédiction (dans notre exemple la carte « 4 heures » est votre carte prédite). Faites déplier le papier et vérifier. Si votre ami n'est pas estomaqué par ce très beau tour, changez d'ami !



Explication…

Si une quantité x de cartes a été mise en poche, votre carte est en position (13 – x) au départ, à partir du haut. Le tour repose encore sur l'invariant 13.

Position de départ (à partir du haut)	1	2	…	13 – x	…	12
Position après la distribution des 12	12	11		x		1
Position horaire sur l'horloge	12	11		x		1

C 3) La révélation de minuit.

(niveau collège, démarche d'enquête scientifique, utilisation d'un invariant, d'un cycle)

Minuit « l'heure du crime », peut être aussi l'heure des révélations de magicien… Après toute une soirée passée avec un jeu de 52 cartes, le magicien tend au spectateur le jeu en lui demandant de prélever en cachette le nombre de cartes qu'il souhaite, entre 1 et 12 comme les coups de l'horloge. Le spectateur met les cartes prélevées dans sa poche.

Le magicien lui demande de regarder, toujours en cachette, la carte située à partir du dessus du jeu à la position correspondant à son nombre de cartes (s'il a pris 5 cartes, il regarde la cinquième du gros paquet).

Le magicien revient et s'empare des cartes. Il déclare qu'à minuit toutes les heures de la journée ont sonné :

- « une », et il fait passer trois cartes (u-n-e) de dessus du paquet vers le dessous, en épelant les lettres du nombre une à une
- « deux » et il fait passer quatre cartes (d-e-u-x) du dessus vers le dessous
- « trois » (cinq cartes), etc. jusqu'à « onze » (quatre cartes).
- et enfin « minuit » (et non douze, attention !) soit six cartes.

Le spectateur est invité à retourner la carte qui se trouve alors sur le paquet…
Surprise : c'est celle qu'il avait choisie !
Pour trouver comment ça marche, il ne vous faudra pas oublier que les magiciens sont parfois un peu coquins, et encore plus en fin de journée…
Explication :
Le total des lettres des nombres « une », « deux », etc. , « onze », « minuit » est 50.
Soit a le nombre choisi (entre 1 et 12). Il y a « a » cartes en poche. Il y a (52 – a) cartes qui restent, la « a »^{è} est choisie.

Prenons un exemple avec a = 7. Il y a 52 – 7 = 45 cartes. Qui est la cinquantième ? C'est la cinquième carte, car 50 – 45 = 5. Celle qui est regardée est la suivante donc la sixième. On aurait tant voulu que ce soit la septième ! (voir moitié de tableau gauche)

Pour un nombre « a » abstrait c'est pareil (voir moitié de tableau droite).

Il y a (52 – a) cartes, et la cinquantième est la : 50 – (52 – a) = (a – 2)^{è} carte.

Ou encore : pour passer de « 1 » à « (a – 2) » il faut ajouter (a – 3) car : 1 + a – 3 = a – 2 ;
D'où, à partir de « (53 – a) », on obtient sous la case « (a – 2) » le nombre :

$$53 - a + a - 3 = 50.$$

La 1ére sera ensuite manipulée en numéro ci-dessous :	…	5^{è}	6^{è}	7^{è}	…	45^{e}		La 1ére sera ensuite manipulée en numéro ci-dessous :	…	(a-2)^{è}	(a-1)^{è}	a^{è}	…	(52-a)^{è}
… la 46^{è}	…	50^{è}	51^{è}	52^{è}	…			(53-a)^{è}	…	50^{è}	51^{è}	52	…	

Alors ? Pourquoi est-ce la bonne carte qui est retournée (la « a » et non la « (a-1) ») ?
Tout simplement parce que ce coquin de magicien a retiré, avant le tour, une carte du jeu de 52 cartes : il n'en fait plus que 51.

La 1ére sera ensuite manipulée en numéro ci-dessous :	…	(a-2)^{è}	(a-1)^{è}	a^{è}	…	(51-a)^{è}
(52-a)^{è}	…	49^{è}	50^{è}	51^{è}	…	

Géométrie

B 2) les assiettes

(niveau fin de collège, propriétés de base des parallélogrammes, des vecteurs et de la symétrie centrale ; introduction des maths ludiques dans la vie quotidienne).

Meublez votre attente au restaurant en faisant des mathématiques magiques avec une assiette, la nappe en papier et un crayon…

Comment trouver le point diamétralement opposé d'un point choisi, A, situé sur le contour d'une assiette retournée ?

Sujets de discussion :

- Il est impossible d'utiliser le centre de l'assiette…
- Il n'y a pas d'objet comme une règle permettant de tracer des droites…
- Tout se passe grâce à la seule assiette…

Indice…

- Le défi sera relevé grâce à plusieurs cercles dessinés sur le contour de l'assiette placée en différentes positions…

Réalité ?

- L'apéritif est offert à qui relève le défi…

Voici les différentes étapes du succès, depuis le choix du point A sur le contour, jusqu'à la construction du point A' diamétralement opposé…

Figure 1 :
on place A ci-dessous

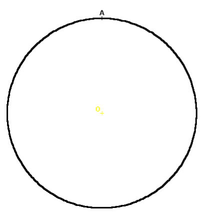


figure 2

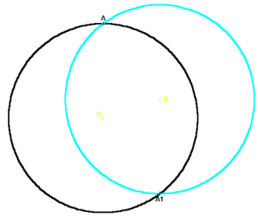


figure 3

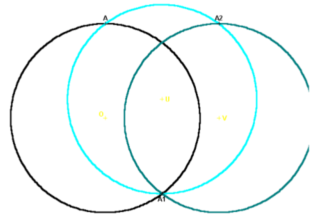
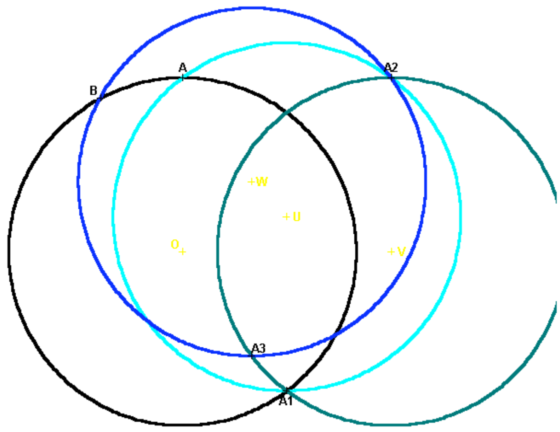


Figure 4



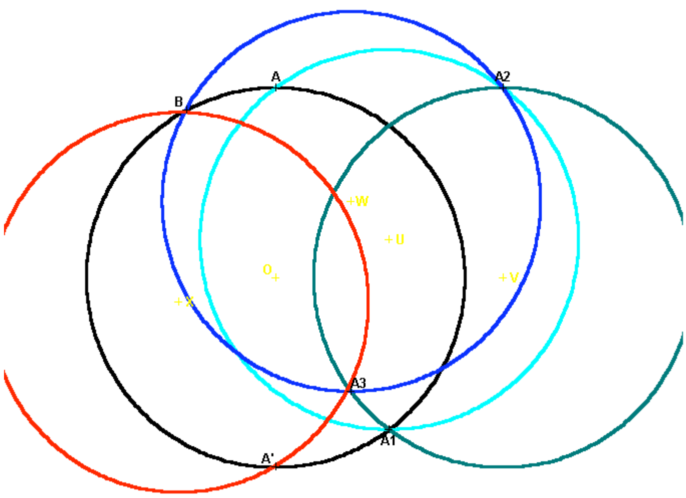


Figure 5

Le point A' est le point cherché…
Saurez-vous justifier le bien fondé de cette construction ?
(il pourra être efficace de penser aux vecteurs)

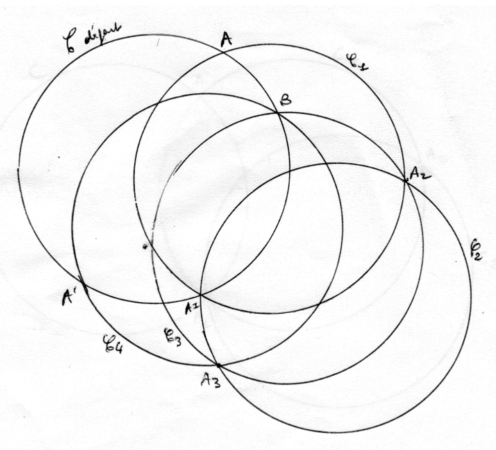
* * *

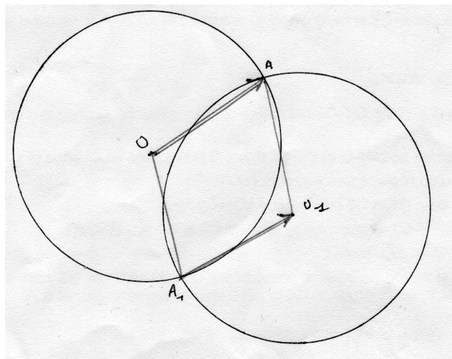
<u>Démonstration :</u>

Considérons les cercles C et C_1 : la figure OAO_1A_1 est un losange (elle a 4 côtés égaux au rayon) d'où l'égalité des vecteurs $\overrightarrow{OA}$ et $\overrightarrow{A_1O_1}$.

De même, avec C_1 et C_2 on obtient l'égalité des vecteurs $\overrightarrow{A_1O_1}$ et $\overrightarrow{O_2A_2}$.. Puis avec C_2 et C_3, celle de $\overrightarrow{O_2A_2}$ et $\overrightarrow{A_3O_3}$. Et avec C_3 et C_4, celle de $\overrightarrow{A_3O_3}$ et $\overrightarrow{O_4B}$. Enfin avec C_4 et C, on a $\overrightarrow{O_4B} = \overrightarrow{A'O}$. On conclut que $\overrightarrow{A'O} = \overrightarrow{OA}$ et qu'ainsi A' est diamétralement opposé à A.

Les maths, c'est vraiment beau, efficace… et magique.





Jeux de nombres et calcul mental…

A 5) Quel calculateur !

(à partir du début du collège, divisions « de tête » par 7, astuces de calcul médité)

Le magicien a écrit au tableau le nombre 142857143. Il a demandé au spectateur de choisir un autre nombre de neuf chiffres, par exemple 123456789. Le magicien donne alors le produit de ces deux nombres de neuf chiffres chacun, en écrivant les chiffres du résultat de gauche à droite.
Comment fait-il, sachant que ce n'est pas un calculateur prodige ?
Si l'on fait la division de 1 000 000 001 par 7 on trouve un quotient exact qui est 142857143. Multiplier tout nombre par ce dernier peut donc se faire en deux étapes : d'abord le multiplier par 1 000 000 001 puis diviser le résultat par 7.
Comment multiplier un nombre de neuf chiffres par 1 000 000 001 ? C'est très simple, il suffit de réécrire le nombre une deuxième fois à côté :
dans l'exemple 123456789 × 1 000 000 001 = 123456789 123456789.

Il reste donc au magicien à faire de tête une division par 7 d'un nombre de dix-huit chiffres, après avoir imaginé ou visualisé la répétition de l'écriture du nombre de neuf chiffres choisi par le spectateur. On comprend ainsi pourquoi il donne l'écriture du résultat de gauche à droite.

Dans l'exemple : 123456789 123456789 : 7 = 17636684 160493827.

Conclusion : 142857143 × 123456789 = 17636684 160493827.

Il va vous falloir un peu d'entraînement, c'est sûr, mais d'une part ce tour est très valorisant, et d'autre part il vous fait prendre conscience qu'un calcul ne s'exécute pas, mais qu'il se médite…

A 6) Un tour de calcul mental avec des 9…

(niveau fin de collège, jeu à la fois avec puissances et identités remarquables)

Calculez 99^2… Vous trouvez 9801.

Calculez 999^2… Vous trouvez 998 001.

Calculez 9999^2… Vous trouvez 99 980 001.

Développons $(10^n - 1)^2 = 10^{2n} - 2 \times 10^n + 1 = (10^n)(10^n - 2) + 1$.

Tout s'explique !

Comme les nombres qu'on élève au carré sont composés uniquement de 9, les calculs à effectuer sont de la forme $(10^n - 1)^2$ et l'on peut les remplacer avantageusement par le calcul de $(10^n)(10^n - 2) + 1$.

Exemples : $99 = 100 - 1$ donc $99^2 = 100 \times 98 + 1 = 9801$;

$999 = 1000 - 1$ donc $999^2 = 1000 \times 998 + 1 = 998\,001$.

A 7) Un tour digne d'un calculateur prodige…

(niveau 3è et seconde, décomposition en produit de nombres premiers et curiosités numériques)

- Monsieur, vous avez bien un chiffre préféré ? Attention, ne me le dites pas, mais pensez-y.
  Maintenant quel nombre préférez-vous de 3 à 22 ? Cette fois, vous pouvez me dire votre choix.
- Le nombre 12.
- Voulez-vous prendre cette calculatrice et faire les multiplications successives que je vais vous indiquer ?
  Prenez votre chiffre préféré que je ne connais toujours pas, multipliez-le par 21. Multipliez le résultat par 143. Multipliez le résultat par 37. Multipliez le résultat par 101. Et enfin multipliez le résultat par 9901.
  C'est curieux ce que vous obtenez n'est-ce pas : il y a 12 chiffres identiques, c'est à dire douze fois votre chiffre préféré. Quel miracle !
  On peut recommencer si vous voulez avec un autre chiffre préféré et un autre nombre choisi de 3 à 22…

Le magicien, pour réussir ce tour doit connaître la décomposition en produit de nombres premiers des « répuns » c'est à dire des nombres s'écrivant uniquement avec des 1 répétés, comme : 11 qui le répun d'ordre 2, 111 qui est le répun d'ordre 3, 1111 qui est le répun d'ordre 4, etc. jusqu'à 1 111 111 111 111 111 111 111 qui est le répun d'ordre 22.

Répun d'ordre	Décomposition en nombres premiers
2	11
3	3 × 37
4	11 × 101
5	41 × 271
6	3 × 7 × 11 × 13 × 37
7	239 × 4 649
8	11 × 73 × 101 × 137
9	3 × 3 × 37 × 333 667
10	11 × 41 × 271 × 9 091
11	21 649 × 513 239
12	3 × 7 × 11 × 13 × 37 × 101 × 9901
13	53 × 79 × 265 371 653
14	11 × 239 × 4 649 × 909 091
15	3 × 31 × 37 × 41 × 271 × 2 906 161
16	11 × 17 × 73 × 101× 137 × 5 882 353
17	2 071 723 × 5 363 222 357
18	3 × 3 × 7 × 11 × 13 × 19 × 37 × 52 579 × 333 667
19	1 111 111 111 111 111 111
20	11 × 41 × 101 × 271 × 3 541 × 9 091 × 27 961
21	3 × 37 × 43 × 239 × 1933 × 4 649 × 10 838 689
22	11^2 × 23 × 4 093 × 8 779 × 21 649 × 513 239
23	11 111 111 111 111 111 111 111

Au lieu de vous contenter de multiplier les nombres ci-dessus choisis dans la ligne correspondant au nombre préféré de 3 à 22 (qui ne donnent en produit que des 1 dans le résultat), si vous les multipliez encore par votre chiffre préféré le résultat ne sera constitué que d'une répétition de celui-ci.

Remarques :

- La calculatrice est indispensable, et le magicien doit savoir combien de chiffres celle-ci peut afficher : pour les calculatrices scientifiques des lycéens, on peut aller jusqu'à 12 sans problème maintenant, et donc le magicien peut proposer le choix d'un nombre de 3 à 12. Pour davantage de chiffres il lui faut s'assurer d'avoir le matériel adéquat, calculatrice ou ordinateur performants, correspondant au nombre maximum qu'il propose de choisir.
- Le magicien peut avoir un petit carton où est reproduit le tableau des décompositions plutôt que d'apprendre tout par cœur. Comme l'artiste tend au spectateur une calculatrice l'attention de ce dernier sera plus portée vers celle-ci que vers un carton à portée d'yeux du magicien
- Le magicien propose un nombre de 3 à 22, car 2 et 23 qui ne sont constitués que d'un nombre premier écrit avec des 1 pourraient mettre la puce à l'oreille du spectateur.
- Le cas du 19 est embêtant pour la même raison, mais le magicien ne veut pas compliquer sa question en interdisant ce nombre entre 3 et 22. En fait du fait des limitations des calculatrices il ne sera pas proposé souvent d'aller jusqu'à 19.

* * *

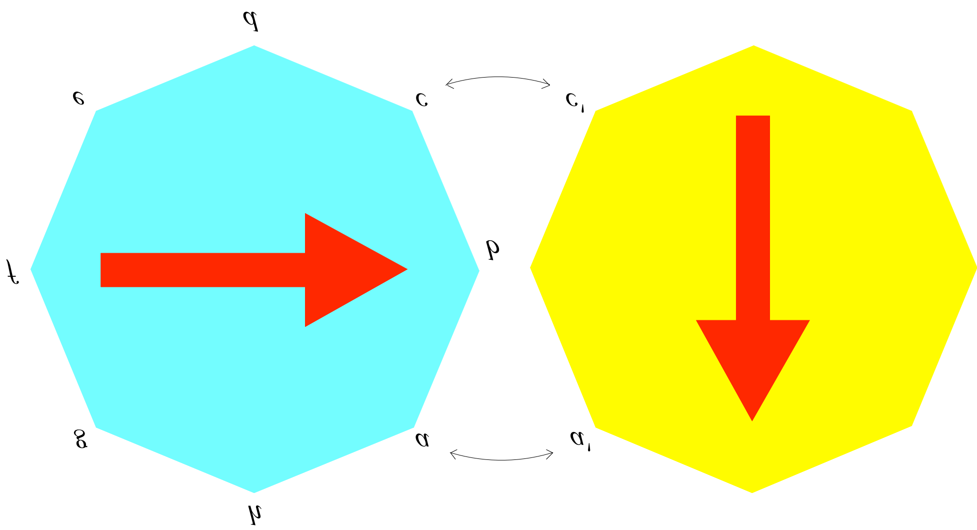
Géométrie :

B 3) Les axes de rotation

(à partir du collège, la rotation pour montrer les maths sous un côté sympa)

Pour faire tourner en bourrique votre auditoire, vous avez découpé des photocopies des deux octogones ci-dessous, collez leurs dos l'un contre l'autre en faisant coïncider les deux sommets qui se touchent sur la planche. Votre matériel octogonal est prêt : il a une face bleue, et l'autre jaune.

Présentez la face bleue en saisissant l'objet entre votre pouce et votre majeur qui déterminent un axe (gc), et tournez : les flèches rouges indiquent des sens opposés tout en



étant parallèles.

Après avoir fait des tours de magie à des amis, et les avoir réussis (!), dites qu'au début de votre spectacle vous étiez, vous, convaincu que les maths pouvaient fournir un bon spectacle de magie, mais que ce n'était pas forcément l'avis de tous autour de vous (d'où les sens différents des flèches rouges quand elles tournent).

Tapez votre objet octogonal sur la table en claironnant « abracadabra ». Présentez de nouveau l'octogone bleu à votre public en le tenant verticalement selon l'axe (hd). Tournez et faites constater que la flèche rouge sur fond jaune indique une direction perpendiculaire à celle que la flèche rouge sur fond bleu indiquait. Dites qu'à votre avis après la moitié de votre exhibition les avis étaient vraisemblablement plus partagés, moins opposés…

De plus en plus fort ! Retapez votre objet sur la table en disant de nouveau « abracadabra ». Montrez une troisième fois la face bleue à votre public, selon l'axe (ae) que vous tenez verticalement. Dites de bien observer la flèche rouge, qui monte vers le haut à droite. Faites pivoter : sur la face jaune visible maintenant du public apparaît une autre flèche rouge donnant la même direction et le même sens que la flèche rouge du fond bleu. Dites que les deux flèches allant dans le même sens correspondent à ce que vous, vous espériez maintenant à la fin de votre spectacle : que tout le monde pense comme vous que les maths sont aussi un talent de société.

Eh bien alors, si la magie va se nicher aussi dans la géométrie...

B 4) La quadrature du cercle

(magie pour tous, la culture scientifique peut venir en s'amusant)

Quand on dit de quelque chose à réaliser que c'est la quadrature du cercle, ceci signifie que c'est impossible. En effet le défi qui consiste, à partir d'un cercle donné, à construire à la règle et au compas un carré ayant la même aire, est un problème qui n'a pas de solution exacte. Lindemann l'a démontré en 1882 (c'est une conséquence de la transcendance du nombre pi).

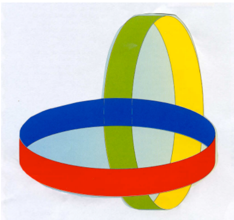
En magie rien d'impossible…

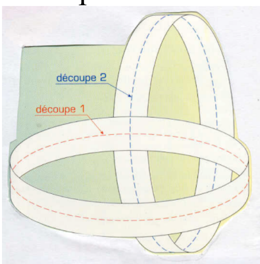
Le magicien découpe un carré dans un vieux journal, ce carré devient un disque de papier sous les yeux des spectateurs. Le magicien reprend le journal découpé et l'on s'aperçoit que le trou carré est devenu rond.

B 5) Découpage magique

(magie pour tous, on rend les maths populaires en s'amusant avec)

Coller perpendiculairement pour obtenir une croix deux anneaux circulaires en papier de même taille. Le magicien peut alors lancer un défi au spectateur :





- pouvez-vous en deux coups de ciseaux transformer cet objet et obtenir un carré, sans qu'il y ait de papier perdu ?

La solution est proposée ci-dessus. La première découpe en ligne droite selon l'axe du premier anneau donne un objet ressemblant à une paire de lunettes ou de menottes. La deuxième découpe en ligne droite selon l'axe de la grande ligne droite reliant les deux menottes permet d'obtenir le carré, et même deux carrés si l'on considère le bord intérieur de l'objet puis son contour extérieur. Si les deux ronds n'ont pas la même dimension, le carré sera remplacé par un rectangle avec une longueur plus grande que la largeur.

* * *

La ronde du temps :

C 4) Le calendrier perpétuel :

(niveau lycée, congruences modulo 7, tour très populaire et prisé, qui peut être très utile aussi dans le monde juridique quand on a besoin de mettre le nom d'un jour de la semaine sur une date donnée)

Comment retrouver grâce aux congruences modulo 7 le jour de la semaine (lundi, mardi, mercredi, jeudi, vendredi, samedi, dimanche) qui correspond à une date donnée. L'explication, donnée dans un atelier précédent, se trouve facilement et ne sera pas reprise ici.

C 5) Indiscrétions sur les dates…

(à partir du collège, peut être l'occasion d'utiliser un tableur, et peut déboucher pour le magicien sur un exercice de calcul mental)

L'ordinateur magicien demande au spectateur :

- de multiplier par 31 le numéro de son mois de naissance
- de multiplier par 12 son quantième (le numéro du jour)
- d'ajouter les deux nombres
- de donner son résultat.

L'ordinateur magicien écrit alors sur l'écran le quantième et le mois de naissance.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	43	74	105	136	167	198	229	260	291	322	353	384
2	55	86	117	148	179	210	241	272	303	334	365	396
3	67	98	129	160	191	222	253	284	315	346	377	408
4	79	110	141	172	203	234	265	296	327	358	389	420
5	91	122	153	184	215	246	277	308	339	370	401	432
6	103	134	165	196	227	258	289	320	351	382	413	444
7	115	146	177	208	239	270	301	332	363	394	425	456
8	127	158	189	220	251	282	313	344	375	406	437	468
9	139	170	201	232	263	294	325	356	387	418	449	480
10	151	182	213	244	275	306	337	368	399	430	461	492
11	163	194	225	256	287	318	349	380	411	442	473	504
12	175	206	237	268	299	330	361	392	423	454	485	516
13	187	218	249	280	311	342	373	404	435	466	497	528
14	199	230	261	292	323	354	385	416	447	478	509	540
15	211	242	273	304	335	366	397	428	459	490	521	552
16	223	254	285	316	347	378	409	440	471	502	533	564
17	235	266	297	328	359	390	421	452	483	514	545	576
18	247	278	309	340	371	402	433	464	495	526	557	588
19	259	290	321	352	383	414	445	476	507	538	569	600
20	271	302	333	364	395	426	457	488	519	550	581	612
21	283	314	345	376	407	438	469	500	531	562	593	624
22	295	326	357	388	419	450	481	512	543	574	605	636
23	307	338	369	400	431	462	493	524	555	586	617	648
24	319	350	381	412	443	474	505	536	567	598	629	660
25	331	362	393	424	455	486	517	548	579	610	641	672
26	343	374	405	436	467	498	529	560	591	622	653	684
27	355	386	417	448	479	510	541	572	603	634	665	696
28	367	398	429	460	491	522	553	584	615	646	677	708
29	379	410	441	472	503	534	565	596	627	658	689	720
30	391	422	453	484	515	546	577	608	639	670	701	732
31	403	434	465	496	527	558	589	620	651	682	713	744

Comment fait-il ?
Les divers résultats de calculs possibles de (31 M + 12 Q) sont ci-dessous.

On peut vérifier que ces résultats sont tous différents, et donc une personne ayant ce tableau discrètement sous les yeux peut retrouver les valeurs de Q et M, ou bien un ordinateur ayant en mémoire les diverses valeurs peut associer le numéro de la ligne et de la colonne qui contient le total proposé.

Peut-on faire ce tour de tête (calcul mental) sans ordinateur ?

Calcul mental :

Pourrait-on le faire de tête ? A condition d'être bien entraîné…

Remarquons que si M est pair, alors le nombre (31 M + 12 Q) est pair, et si M est impair le nombre (31 M + 12 Q) est impair. On peut donc dire de suite si M est pair ou impair. Les valeurs possibles de M sont donc à considérer de 2 en 2 ce qui intervient pour $2 \times 31 = 62$ à chaque fois dans le total.

Si on divise le total (31 M + 12 Q) par 31, le quotient entier est : (M + un entier inconnu). Le reste vaut 12 Q diminué d'un certain nombre de fois 31. Pour retrouver 12 Q on ajoute 31 au reste autant de fois qu'il faut pour obtenir un nombre entier divisible par 12. En pratique comme les valeurs de M vont de 2 en 2, on augmente ce reste de 62 en 62 jusqu'à obtenir un nombre divisible par 12, dont le quotient sera Q. Quant au nombre de mois, il a diminué de 2 en 2, à partir du quotient par 31 du total ; ceci à chaque fois qu'on ajoutait 62.

Exemple pour 268, le quotient vaut un peu plus de 8, on enlève $8 \times 31 = 248$, il reste 20. On essaie $20+62 = 82$, puis $82+62 = 144$ et on a alors un multiple de 12.
Ainsi $Q = 144 : 12 = 12$.
On a ajouté 2 fois 62, donc on enlève 2 fois 2 soit 4 de 8 et on trouve $M = 4$.

A 8) le théorème chinois…

(niveau lycée, arithmétique : division euclidienne, congruences)

Le magicien s'adresse à un spectateur qui n'a pas peur de faire quelques divisions à la main…

- Pensez à un nombre entier inférieur à 60.
- Divisez-le par 3. Dites le reste entier de cette division (le magicien retient ce nombre « a », qui peut être nul)
- Divisez le nombre de départ par 4. Dites le reste entier (le magicien retient ce nombre « b »)
- Divisez votre nombre de départ par 5. Dites le reste entier le magicien retient ce nombre « c »).

Le magicien peut alors annoncer le nombre « n » choisi au début.

Comment fait-il ?

On sait que dans une division euclidienne, on peut écrire :

Dividende = (diviseur) × (quotient) + reste

On a alors, en notant q, q', q'' les quotients dans les trois divisions précédentes :

$$n = 3q + a = 4q' + b = 5q'' + c.$$

On en tire $a = n - 3q$; $b = n - 4q'$; $c = n - 5q''$.
La recette du magicien pour réussir est alors la suivante : il calcule, au fur et à mesure que le spectateur lui annonce les restes, la somme **(40a + 45b + 36c).**

Ensuite il divise par 60, et retient le reste de cette division : c'est le nombre « n ».

Voici la justification :

$(40a + 45b + 36c) : 60 = [40(n - 3q) + 45(n - 4q') + 36(n - 5q'')] : 60$
$= [121n - 120q - 180q' - 180q''] : 60 = [120n + n] : 60 - 2q - 3q' - 3q''$
$= 2n - 2q - 3q' - 3q'' + (n : 60)$.

Comme $(2n - 2q - 3q' - 3q'')$ est un entier, et comme $(n : 60)$ est inférieur à 1 puisque $n < 60$, on comprend que n est le reste de la division du nombre (40a + 45b + 36c) par 60.

Vous pouvez vérifier pour n = 27 :
On obtient a = 0, b = 3, c = 2, puis (40a + 45b + 36c) = 0 + 135 + 72 = 207 ; comme 207 = 60 × 3 + 27, le reste 27 est le nombre de départ.

Un tour du même genre : signé Fibonacci…

(niveau lycée, arithmétique : division euclidienne, congruences)

Le magicien s'adresse au spectateur…

- Choisissez un entier de 0 à 105 (soit « n » pour le magicien)
- Divisez-le par 3, donnez le reste (soit « a »)
- Divisez-le par 5, donnez le reste (soit « b »)
- Divisez-le par 7, donnez le reste (soit « c »)

Le magicien effectue alors (70a + 21b +15c) : 105, et s'intéresse au reste : c'est l'entier « n ».

Exemple pour n = 89 :
On obtient a = 2, b = 4, c = 5, puis (70a + 21b +15c) = 140 + 84 + 75 = 299.
Comme 299 = (105 x 2) + 89, le nombre choisi est 89.

Exercice :

Démontrez le bien fondé de cette tactique, en vous basant sur l'exemple de la démonstration du théorème chinois.

A 9) Votre tour, votre théorème…

(niveau lycée, arithmétique : division euclidienne, congruences, développement de la créativité des élèves)

Dans le même ordre d'idée que ce qui précède, chacun peut inventer « son » théorème avec un entier de 0 à 280, et des divisions par 5, par 7, par 8 (en remarquant que 5 × 7 × 8 = 280). ***Quelle doit être la formule miracle du magicien ?***

On la cherche sous la forme fractionnaire (Ka + K'b + K''c) / 280 .
En observant les exemples précédents, vous cherchez même:

- K parmi les multiples de 7 × 8 donc de 56
- K' parmi les multiples de 5 × 8 donc de 40
- K'' parmi les multiples de 7 × 5 donc de 35

Finalement vous cherchez des nombres k, k', k'' et vous vous intéressez à
(56ka + 40k'b + 35k''c)/280, et vous voulez que (56k + 40k' + 35k'') soit égal à 281 ou [(280 × 2) + 1) ou [(280 × 3) + 1] etc.

En essayant de mélanger (additionner) trois nombres, c'est à dire en prenant un nombre dans chacune des trois colonnes suivantes…

56	40	35
112	80	70
168	120	105
…	…	…

…on aboutit à : 56 + 120 + 105 = 281
et à la fraction miracle (56a + 120b + 105c) / 280.

Exercice :

Essayez maintenant seul pour les divisions par 2, 5, 7 d'un nombre inférieur à 2 × 5 × 7 = 70. Inventez votre tour / théorème.

A 10) Illusionnisme et calcul mental :

(pour les allumés qui n'ont pas peur des chiffres et du calcul mental)

L'artiste se présente comme calculateur prodige : il va effectuer de tête la multiplication d'un nombre gigantesque par un nombre qu'un spectateur sera appelé à choisir, entre 2 et 200. L'illusionniste propose comme nombre de départ

526315789473684210,

succession de chiffres écrite rapidement, comme au hasard ; d'ailleurs si un spectateur compte qu'il y a dix-huit chiffres, celui-ci ne peut qu'approuver l'ampleur de la tâche !

Bien entendu l'artiste écrit à l'instant le résultat, nous verrons quelle est sa tactique ensuite… Le problème serait plutôt de faire vérifier l'exactitude de ce résultat par un spectateur courageux, capable de faire l'opération à la main dans un délai raisonnable et sans erreur ! Le tour risque d'être un peu long, fastidieux, et de ne pas être toujours concluant. L'utilisation d'une calculatrice de nos jours n'est pas évidente non plus, à cause du grand nombre de chiffres, et ce genre de numéro nécessite un public particulièrement bien choisi.

Le truc du « calculateur prodige » ?

Envisageons d'abord la succession des chiffres du nombre magique comme un paquet de cartes avec un 5 en haut et le 0 en bas. Ce paquet on peut le couper. La coupe au 9 vers le centre donnerait le nombre suivant : 472684210526315789. Si je vous parle d'une coupe au 8 il va falloir préciser quel 8, car il y en a deux : le chiffre à la gauche du 8 est dans un cas un 7, dans l'autre cas un 6. Si je coupe au 8 qui a un 6 à sa gauche je dirai que je fais **une coupe inférieure**, si je coupe au 8 qui a un 7 à sa gauche je dirai que je fais **une coupe supérieure**, en me basant sur le fait que 6 est inférieur à 7 et que 7 est supérieur à 6. La coupe au 8 inférieure donne 421052631578947268. La coupe au 8 supérieure donne 947268421052631578.

Selon le nombre n entre 2 et 200 choisi par le spectateur nous allons voir les recettes à appliquer pour obtenir le résultat du produit … **526315789473684210 x n .**

Valeur de n	tactique
$2 \le n \le 18$	On coupe à n, et on ajoute un 0 à droite du résultat. - si $2 \le n \le 9$ il faut faire une coupe inférieure - si $9 \le n \le 18$ on tient compte du chiffre des unités de n, et il faut faire une coupe supérieure

Exemples :
N = 2, résultat 1052631578947368420
N = 5, résultat 2631578947368421050
N = 11, résultat 5789473684210526310
N = 15, résultat 7894726842105263150
N = 18, résultat 9473684210526315780

Pour les multiples de 10, tels 20, 30, …, 180 : appliquer comme pour 2, 3, …, 18 et mettre un 0 à droite.

Valeur de n	tactique
19 et multiples 38, 57, 76, 95, 114, 133, 152, 171, 190 donc nombres de forme 19k	- une série de dix sept 9 est encadrée par - chiffre de gauche = (k-1), par exemple pour 19x5 c'est 4 - avant dernier chiffre à droite : le chiffre des unités de 19k - dernier chiffre à droite un 0

Exemples :
N = 19, résultat 9…..990 (en tout dix-huit 9)
N = 38, résultat 19…..980 (avec dix-sept 9)
N = 57, résultat 29…..970 (avec dix-sept 9)
N = 171 (soit 19 × 9), résultat 89…..910 (avec dix-sept 9)
N = 190 (soit 19 × 10), résultat 99…..900 (en tout dix-huit 9)

Valeur n	tactique
$21 \leq n \leq 29$	- à gauche le chiffre 1 - ensuite le résultat du produit du nombre magique par le chiffre des unités de n augmenté de 1, en utilisant une coupe inférieure - diminuer le dernier chiffre de 1 - mettre un 0 final à droite

Exemple :
N = 21, chiffre des unités plus un donne 1 + 1 = 2, on transforme 11052631578947368420 en 11052631578947368410 (le dernier 1 à droite est obtenu par 2 – 1 = 1)

Valeur de n	tactique
$31 \leq n \leq 37$	- à gauche le chiffre 1 - ensuite le résultat du produit du nombre magique par le chiffre des unités de n augmenté de 1, en utilisant une coupe supérieure - diminuer le dernier chiffre de 1 - mettre un 0 final à droite

Exemple :
N = 34, chiffre des unités plus un donne 5, résultat 17894736842105263140 (le dernier 4 à droite est obtenu par 5 – 1 = 4)

Valeur de n	tactique
$39 \leq n \leq 48$	- à gauche le chiffre 2 - ensuite le résultat du produit du nombre magique par le chiffre des unités de n augmenté de 2, en utilisant une coupe inférieure - diminuer le dernier chiffre de 2 - mettre un 0 final à droite

Exemple :
N = 43, chiffre des unités plus 2 donne 5, résultat 22631578947368421030 (le dernier 3 à droite vient de 5 – 2 = 3)

Valeur de n	tactique
49 ≤ n ≤ 56	- à gauche le chiffre 2 - ensuite le résultat du produit du nombre magique par le chiffre des unités de n augmenté de 2, en utilisant une coupe supérieure - diminuer le dernier chiffre de 2 - mettre un 0 final à droite

Exemple : n = 53, chiffre des unités plus deux donne 5, résultat 27894736842105263130 (le dernier 3 à droite vient de 5 – 2 = 3)

Valeur de n	tactique
58 ≤ n ≤ 67	- à gauche le chiffre 3 - ensuite le résultat du produit du nombre magique par le chiffre des unités de n augmenté de 3, en utilisant une coupe inférieure - diminuer le dernier chiffre de 3 - mettre un 0 final à droite

Exemple :
N = 62, chiffre des unités plus trois donne 5, résultat 32631578947368421020 (le dernier 2 à droite vient de 5 – 3 = 2)

Valeur de n	tactique
68 ≤ n ≤ 75	- à gauche le chiffre 3 - ensuite le résultat du produit du nombre magique par le chiffre des unités de n augmenté de 3, en utilisant une coupe supérieure - diminuer le dernier chiffre de 3 - mettre un 0 final à droite

Exemple :
N = 72, chiffre des unités plus trois donne 5, résultat 789473684210526312O (le dernier 2 à droite vient de 5 – 3 = 2)

Et ainsi de suite, en résumé :

Valeur de n	Tactique (en appelant U le chiffre des unités de n)
77 ≤ n ≤ 85	Mettre à gauche 4, utiliser le produit par (U+4), une coupe inf, diminuer de 4 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
86 ≤ n ≤ 94	Mettre à gauche 4, utiliser le produit par (U+4), une coupe sup, diminuer de 4 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
96 ≤ n ≤104	Mettre à gauche 5, utiliser le produit par (U+5), une coupe inf, diminuer de 5 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
105 ≤ n ≤ 113	Mettre à gauche 5, utiliser le produit par (U+5), une coupe sup, diminuer de 5 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
115 ≤ n ≤ 123	Mettre à gauche 6, utiliser le produit par (U+6), une coupe inf, diminuer de 6 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
124 ≤ n ≤132	Mettre à gauche 6, utiliser le produit par (U+6), une coupe sup, diminuer de 6 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
134 ≤ n ≤ 142	Mettre à gauche 7, utiliser le produit par (U+7), une coupe inf, diminuer de 7 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
143 ≤ n ≤ 151	Mettre à gauche 7, utiliser le produit par (U+7), une coupe sup, diminuer de 7 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
153 ≤ n ≤ 161	Mettre à gauche 8, utiliser le produit par (U+8), une coupe inf, diminuer de 8 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite

162 ≤ n ≤ 170	Mettre à gauche 8, utiliser le produit par (U+8), une coupe sup, diminuer de 8 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
172 ≤ n ≤ 179	Mettre à gauche 9, utiliser le produit par (U+9), une coupe inf, diminuer de 9 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
181 ≤ n ≤ 189	Mettre à gauche 9, utiliser le produit par (U+9), une coupe sup, diminuer de 9 l'avant dernier chiffre, mettre 0 à droite
191 ≤ n ≤ 199	Mettre à gauche 10, utiliser le produit par (U+10), une coupe inf, diminuer de 1 l'avant avant dernier chiffre, mettre 0 à droite

D'où vient le nombre magique **526315789473684210** ?

Si on l'oublie comment peut-on le retrouver ?

Si vous effectuez la division de 1 par 19 vous obtiendrez un développement décimal illimité périodique, le bloc de dix-huit chiffres se répétant étant justement 526315789473684210.

Pour plus de renseignements mathématiques sur le sujet, je vous renvoie dans le numéro 55 de la revue Tangente à mon article « les roues magiques ».

Quant au bien fondé, ou non, du temps nécessaire pour mettre au point ce numéro et en faire un tour apprécié de music hall, je vous laisse seul (e) juge…