

# DENOMBREMENTS, COMBINATOIRE

## EXERCICES CORRIGES

### **Produit cartésien (ou « principe multiplicatif »)**

#### Exercice n°1.

Combien de menus différents peut-on composer si on a le choix entre 3 entrées, 2 plats et 4 desserts ?

#### Exercice n°2.

Une femme a dans sa garde-robe 4 jupes, 5 chemisiers et 3 vestes. Elle choisit au hasard une jupe, un chemisier et une veste. De combien de façons différentes peut-elle s'habiller ?

#### Exercice n°3.

Deux équipes de hockey de 12 et 15 joueurs échangent une poignée de main à la fin d'un match : chaque joueur d'une équipe serre la main de chaque joueur de l'autre équipe. Combien de poignées de main ont été échangées ?

### **p-listes**

#### Exercice n°4.

Un questionnaire à choix multiples, autorisant une seule réponse par question, comprend 15 questions. Pour chaque question, on propose 4 réponses possibles.

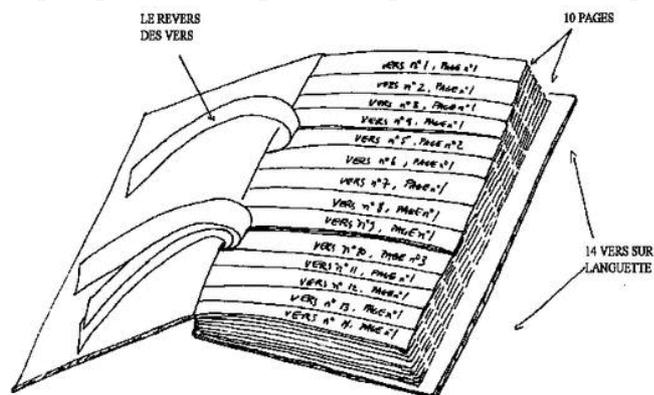
De combien de façons peut-on répondre à ce questionnaire ?

#### Exercice n°5.

Raymond Queneau a écrit un ouvrage intitulé *Cent mille milliards de poèmes*

Il est composé de 10 pages contenant chacune 14 vers

Le lecteur peut composer son propre poème de 14 vers en prenant le premier vers de l'une des 10 pages puis le deuxième vers de l'une des 10 pages et ainsi de suite jusqu'au quatorzième vers. Justifier le titre de l'ouvrage



#### Exercice n°6.

En informatique, on utilise le système binaire pour coder les caractères.

Un bit (*binary digit* : chiffre binaire) est un élément qui prend la valeur 0 ou la valeur 1. Avec 8 chiffres binaires (un octet), combien de caractères peut-on coder ?

#### Exercice n°7.

Combien peut-on former de numéros de téléphone à 8 chiffres ?

Combien peut-on former de numéros de téléphone à 8 chiffres ne comportant pas le chiffre 0 ?

### **Arrangements**

#### Exercice n°8.

A l'occasion d'une compétition sportive groupant 18 athlètes, on attribue une médaille d'or, une d'argent, une de bronze. Combien y a-t-il de distributions possibles (avant la compétition, bien sûr...) ?

#### Exercice n°9.

Un groupe d'élèves de terminale constitue le bureau de l'association " Bal des Terms : le succès ". Ce bureau est composé d'un président, d'un secrétaire et d'un trésorier. Combien y a-t-il de bureaux possibles ? ( il y a 24 élèves dans la classe )

#### Exercice n°10.

Six personnes choisissent mentalement un nombre entier compris entre 1 et 6.

1) Combien de résultats peut-on obtenir ?

2) Combien de résultats ne comportant pas deux fois le même nombre peut-on obtenir ?

#### Exercice n°11.

Soit A l'ensemble des nombres de quatre chiffres, **le premier étant non nul**.

1) Calculer le nombre d'éléments de A.

2) Dénombrer les éléments de A :

a) composés de quatre chiffres distincts

b) composés d'au moins deux chiffres identiques

c) composés de quatre chiffres distincts autres que 5 et 7

### Exercice n°12.

Un clavier de 9 touches permet de composer le code d'entrée d'un immeuble, à l'aide d'une lettre suivie d'un nombre de 3 chiffres distincts ou non.

1	2	3
4	5	6
A	B	C

- 1) Combien de codes différents peut-on former ?
- 2) Combien y a-t-il de codes sans le chiffre 1 ?
- 3) Combien y a-t-il de codes comportant au moins une fois le chiffre 1 ?
- 4) Combien y a-t-il de codes comportant des chiffres distincts ?
- 5) Combien y a-t-il de codes comportant au moins deux chiffres identiques ?

### **Permutations et anagrammes**

#### Exercice n°13.

Le groupe des élèves de Terminale doit s'inscrire au concours par Minitel. Il faut établir une liste de passage. Combien y a-t-il de manières de constituer cette liste ? ( il y a 24 élèves dans la classe )

#### Exercice n°14.

Les nombres 5, -1 et 3 constituent la solution d'un système de trois équations à trois inconnues. Donner tous les triplets différents qui peuvent être la solution de ce système

#### Exercice n°15.

Combien y a-t-il d'anagrammes du mot MATH ?

#### Exercice n°16.

- 1) Dénombrer les anagrammes du mot PATRICE
- 2) Dans chacun des cas suivants, dénombrer les anagrammes du mot PATRICE :
  - a) commençant et finissant par une consonne ;
  - b) commençant et finissant par une voyelle ;
  - c) commençant par une consonne et finissant par une voyelle
  - d) commençant par une voyelle et finissant par une consonne

#### Exercice n°17. Combien y a-t-il d'anagrammes du mot TABLEAU ?

De manière générale :

#### Exercice n°18.

- 1) Combien peut-on réaliser de mots de  $n$  lettres comportant  $k$  lettres se répétant  $p_1, p_2, \dots, p_k$  fois ?
- 2) Quel est le nombre d'anagrammes du mot « ANAGRAMME » ?

#### Exercice n°19.

Dénombrer toutes les anagrammes possibles du mot PRISÉE

- 1) En tenant compte de l'accent
- 2) En ne tenant pas compte de l'accent sur le « e »

### **Combinaisons**

#### Exercice n°20.

Un groupe de 3 élèves de Terminale doit aller chercher des livres au CDI. De combien de manières peut-on former ce groupe ? (il y a 24 élèves dans la classe )

#### Exercice n°21.

Un tournoi sportif compte 8 équipes engagées. Chaque équipe doit rencontrer toutes les autres une seule fois. Combien doit-on organiser de matchs ?

#### Exercice n°22.

Au loto, il y a 49 numéros. Une grille de loto est composée de 6 de ces numéros. Quel est le nombre de grilles différentes ?

#### Exercice n°23.

De combien de façons peut-on choisir 3 femmes et 2 hommes parmi 10 femmes et 5 hommes ?

#### Exercice n°24.

Dans une classe de 32 élèves, on compte 19 garçons et 13 filles. On doit élire deux délégués

- 1) Quel est le nombre de choix possibles ?
- 2) Quel est le nombre de choix si l'on impose un garçon et fille
- 3) Quel est le nombre de choix si l'on impose 2 garçons ?

### Exercice n°25.

Christian et Claude font partie d'un club de 18 personnes. On doit former un groupe constitué de cinq d'entre elles pour représenter le club à un spectacle.

- 1) Combien de groupes de 5 personnes peut-on constituer ?
- 2) Dans combien de ces groupes peut figurer Christian ?
- 3) Christian et Claude ne pouvant se supporter, combien de groupes de 5 personnes peut-on constituer de telle façon que Christian et Claude ne se retrouvent pas ensemble ?

### Exercice n°26.

Au service du personnel, on compte 12 célibataires parmi les 30 employés. On désire faire un sondage : pour cela on choisit un échantillon de quatre personnes dans ce service.

- 1) Quel est le nombre d'échantillons différents possibles ?
- 2) Quel est le nombre d'échantillons ne contenant aucun célibataire ?
- 3) Quel est le nombre d'échantillons contenant au moins un célibataire ?

### Exercice n°27.

On constitue un groupe de 6 personnes choisies parmi 25 femmes et 32 hommes

- 1) De combien de façons peut-on constituer ce groupe de 6 personnes ?
- 2) Dans chacun des cas suivants, de combien de façons peut-on constituer ce groupe avec :
  - a) uniquement des hommes ;
  - b) des personnes de même sexe ;
  - c) au moins une femme et au moins un homme

### Exercice n°28.

On extrait simultanément 5 cartes d'un jeu de 32. Cet ensemble de 5 cartes est appelé une "main"

- 1) Combien y a-t-il de mains différentes possibles ?
- 2) Dénombrer les mains de 5 cartes contenant :
  - a) un carré
  - b) deux paires distinctes
  - c) un full (trois cartes de même valeur, et deux autres de même valeurs. Exemple : 3 rois et 2 as)
  - d) exactement une paire
  - e) un brelan (trois cartes de même valeur, sans full ni carré
  - f) une quinte (5 cartes de même couleur, se suivant dans l'ordre croissant)

## **Combinaisons et arrangements**

### Exercice n°29.

Un sac contient 5 jetons verts (numérotés de 1 à 5) et 4 jetons rouges (numérotés de 1 à 4).

- 1) On tire successivement et au hasard 3 jetons du sac, sans remettre le jeton tiré. Calculer les probabilités :
  - a) De ne tirer que 3 jetons verts ;
  - b) De ne tirer aucun jeton vert
  - c) De tirer au plus 2 jetons verts ;
  - d) De tirer exactement 1 jeton vert.
- 2) On tire simultanément et au hasard 3 jetons du sac. Reprendre alors les questions a), b), c) et d).

## **Dénombrements divers**

### Exercice n°30.

Un portemanteau comporte 5 patères alignées. Combien a-t-on de dispositions distinctes (sans mettre deux manteaux l'un sur l'autre) :

- a) pour 3 manteaux sur ces 5 patères ?
- b) pour 5 manteaux ?
- c) pour 6 manteaux ?

### Exercice n°31.

Quatre garçons et deux filles s'assoient sur un banc.

- 1) Quel est le nombre de dispositions possibles ?
- 2) Même question si les garçons sont d'un côté et les filles de l'autre.
- 3) Même question si chaque fille est intercalée entre deux garçons.
- 4) Même question si les filles veulent rester l'une à côté de l'autre

# DENOMBREMENTS, COMBINATOIRE

## CORRECTION

### Produit cartésien (ou « principe multiplicatif »)

#### Exercice n°1

Notons  $E$  l'ensemble des trois entrées disponibles,  $E = \{E_1; E_2; E_3\}$ . Ainsi  $Card(E) = 3$

Notons  $P$  l'ensemble des deux plats disponibles,  $P = \{P_1; P_2\}$ . Ainsi  $Card(P) = 2$

Notons  $D$  l'ensemble des quatre desserts disponibles,  $D = \{D_1; D_2; D_3; D_4\}$ . Ainsi  $Card(D) = 4$

Un menu est constitué d'un triplet ordonné de trois éléments choisis respectivement dans  $E$ ,  $P$  et  $D$  (on note  $\{(x; y; z), x \in E, y \in P, z \in D\}$  ou encore  $\{(x; y; z) \in E \times P \times D\}$ )

On effectue donc le produit cartésien de ces trois ensembles.

Le nombre de menus que l'on peut composer est donc égal à  $Card(E) \times Card(P) \times Card(D) = 3 \times 2 \times 4 = 24$

On peut donc composer 24 menus différents.

#### Exercice n°2

Cette femme peut s'habiller de  $4 \times 5 \times 3 = 60$  façons

#### Exercice n°3

Une poignée de main est un couple (une 2-liste) constitué d'un premier élément choisi dans l'ensemble constitué des 12 joueurs de la première équipe, et d'un deuxième élément choisi dans l'ensemble constitué des 15 joueurs de la deuxième équipe. Il y a donc  $12 \times 15 = 180$  poignées de main

### p-listes

#### Exercice n°4

Une réponse à ce QCM peut être désignée par une 15-liste de 15 chiffres choisis dans l'ensemble  $\Omega = \{1; 2; 3; 4\}$ .

Le nombre de ces 15-listes est donc de cardinal  $(Card(\Omega))^{15} = 4^{15}$

#### Exercice n°5

Un poème est une 14-liste de 14 nombres choisis parmi 10 (le premier nombre désignant le numéro de page où est sélectionné le premier vers, et ainsi de suite). Il y a donc  $10^{14}$  poèmes possibles

#### Exercice n°6

En informatique, on utilise le système binaire pour coder les caractères.

Un bit (*binary digit* : chiffre binaire) est un élément qui prend la valeur 0 ou la valeur 1. Avec 8 chiffres binaires (un octet), combien de caractères peut-on coder ?

Un octet est une 8-liste d'éléments choisis dans l'ensemble  $\Omega = \{0; 1\}$ .

L'ensemble de ces 8-listes est donc de cardinal  $(Card(\Omega))^8 = 2^8 = 256$

Avec un octet, on peut donc coder jusqu'à 256 caractères.

#### Exercice n°7

Un numéro de téléphone à 8 chiffres est une 8-liste d'éléments choisis dans l'ensemble  $\Omega = \{0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9\}$ .

L'ensemble de ces 8-listes est donc de cardinal  $(Card(\Omega))^8 = 10^8$

On peut ainsi former  $10^8$  numéros de téléphone à 8 chiffres

Un numéro de téléphone à 8 chiffres ne comportant pas le chiffre 0 est une 8-liste d'éléments choisis dans l'ensemble  $\Omega' = \{1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9\}$ .

L'ensemble de ces 8-listes est donc de cardinal  $(Card(\Omega'))^8 = 9^8 = 43046721$

On peut ainsi former 43046721 numéros de téléphone à 8 chiffres ne comportant pas le chiffre 0

## Arrangements

### Exercice n°8

Un tel podium est un arrangement de 3 athlètes choisis parmi l'ensemble des 18 athlètes (l'ordre compte et il ne peut y avoir de répétition, un athlète ne pouvant remporter deux médailles simultanément).

$$\text{Il existe donc } A_{18}^3 = \frac{18!}{(18-3)!} = \frac{18!}{15!} = 18 \times 17 \times 16 = 4896 \text{ podiums différents}$$

### Exercice n°9

Le fait d'attribuer un rôle à chaque élève de terminale induit un ordre dans le choix des trois élèves.

En effet, le choix (Pierre, Paul, Jacques) est différent de (Paul, Pierre, Jacques), car dans le premier cas, c'est Pierre qui est président, alors que c'est Paul dans le deuxième cas)

Un bureau est donc un arrangement de 3 élèves choisis parmi l'ensemble des 24 élèves.

$$\text{Il existe donc } A_{24}^3 = \frac{24!}{(24-3)!} = \frac{24!}{21!} = 24 \times 23 \times 22 = 12144 \text{ bureaux différents}$$

### Exercice n°10

1) Un tel choix est donné par un 6-uplet (sextuplé) de 6 chiffres, chacun choisi entre 1 et 6. Pour connaître le nombre de choix, on effectue le produit cartésien de l'ensemble  $\{1; 2; 3; 4; 5; 6\}$  six fois par lui-même. Il y donc  $6^6 = 46656$  choix possibles.

2) Si les six chiffres doivent être distincts, un tel choix sera donné par un arrangement de 6 chiffres choisis parmi 6, c'est-à-dire une permutation des 6 chiffres. Il aura donc  $6! = 720$  choix possibles

### Exercice n°11

1) Les éléments de A sont tous les nombres de 1000 à 9999. Il y en a donc 9000. Ainsi  $\text{Card}(A) = 9000$

2) a) Un nombre de A est un élément du produit cartésien :

- d'un élément de  $\Omega_1 = \{1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9\}$  en guise de premier chiffre. Il y a 9 possibilités.

- Une fois cet élément choisi, il va falloir choisir les 3 chiffres restants parmi 9 seulement (aucun ne pouvant être égal au premier chiffre choisi). On doit donc choisir un arrangement de trois éléments pris dans un ensemble de 9 chiffres. Il y a

$$A_9^3 = \frac{9!}{(9-3)!} = \frac{9!}{6!} = 9 \times 8 \times 7 = 504 \text{ tels arrangements.}$$

Le nombre d'éléments de A composés de quatre chiffres distincts vaut donc  $9 \times 504 = 4536$

b) Le contraire de « au moins deux chiffres identiques » est « quatre chiffres distincts »

Le nombre d'éléments de A possédant « au moins deux chiffres identiques » est égal au nombre total d'éléments de A diminué du nombre d'éléments de A possédant leurs quatre chiffres distincts, nombre qui a été calculé dans la question précédente. Le nombre d'éléments de A possédant « au moins deux chiffres identiques » vaut donc  $9000 - 4536 = 4464$

c) Un nombre de A composé de quatre chiffres distincts autres que 5 et 7 est un élément du produit cartésien :

- d'un élément de  $\Omega_2 = \{1; 2; 3; 4; 6; 8; 9\}$  en guise de premier chiffre. Il y a 7 possibilités.

- Une fois cet élément choisi, il va falloir choisir les 3 chiffres restants parmi 7 seulement (aucun ne pouvant être égal au premier chiffre choisi, ni égal à 5 ou 7). On doit donc choisir un arrangement de trois éléments pris dans un ensemble de 7 chiffres. Il y a

$$A_7^3 = \frac{7!}{(7-3)!} = \frac{7!}{4!} = 7 \times 6 \times 5 = 210 \text{ tels arrangements.}$$

Le nombre d'éléments de A composés de quatre chiffres distincts autres que 5 et 7 vaut donc  $7 \times 210 = 1470$

### Exercice n°12

1) Un code est un élément du produit cartésien entre un élément de l'ensemble  $\{A; B; C\}$ , de cardinal 3, et de l'ensemble des 3-listes d'éléments de  $\{1; 2; 3; 4; 5; 6\}$ , de cardinal  $6^3 = 216$

Il y a donc  $3 \times 6^3 = 3 \times 216 = 648$  codes possibles.

2) Si le code ne doit pas contenir de chiffre 1, alors les 3-listes sont constituées d'éléments de  $\{2; 3; 4; 5; 6\}$ . Il y en a donc  $5^3 = 125$ , et le nombre de codes vaut alors  $3 \times 5^3 = 3 \times 125 = 375$

3) Le contraire de « le code contient au moins une fois le chiffre 1 » est « le code ne contient aucun chiffre 1 »

Le nombre de codes contenant au moins une fois le chiffre 1 est donc égal au nombre total de codes diminué du nombre de codes ne contenant pas le chiffre 1. Ces deux nombres ayant été calculés dans les deux questions précédentes, on conclut que le nombre de codes contenant au moins une fois le chiffre 1 est égal à  $648 - 375 = 273$

4) un code comportant des chiffres distincts sera un élément du produit cartésien entre un élément de l'ensemble  $\{A ; B ; C\}$ , de cardinal 3, et de l'ensemble des arrangements de 3 éléments pris parmi  $\{1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6\}$ . Ces arrangements sont au nombre de  $A_6^3 = \frac{6!}{(6-3)!} = 6 \times 5 \times 4 = 120$ . Il y a donc  $3 \times A_6^3 = 3 \times 120 = 360$  codes possibles.

5) Le contraire de « le code contient au moins deux chiffres identiques » étant « le code ne contient que des chiffres distincts », le nombre de codes contenant au moins deux chiffres identiques est égal au nombre total de codes diminué du nombre de codes ne contenant que des chiffres distincts, soit  $648 - 360 = 288$  codes possibles.

### Permutations et anagrammes

#### Exercice n°13

Une liste de passage des 24 élèves est une permutation des 24 éléments de l'ensemble classe.

Il y a donc  $24! \approx 6,2 \times 10^{23}$  listes possibles.

#### Exercice n°14

L'ordre dans lequel on énonce le triplet solution est important. En effet si on énonce  $S = \{(5 ; -1 ; 3)\}$ , cela signifie que

$$\begin{cases} x = 5 \\ y = -1 \\ z = 3 \end{cases}, \text{ tandis que si l'on énonce } S = \{(5 ; 3 ; -1)\}, \text{ cela signifie que } \begin{cases} x = 5 \\ y = 3 \\ z = -1 \end{cases}.$$

Les triplets différents qui peuvent être la solution de ce système sont donc constitués de toutes les permutations de ces trois nombres, à savoir  $S = \{(5 ; -1 ; 3) ; (5 ; 3 ; -1) ; (-1 ; 5 ; 3) ; (-1 ; 3 ; 5) ; (3 ; 5 ; -1) ; (3 ; -1 ; 5)\}$

#### Exercice n°15

Le mot « MATH » étant vu comme une liste ordonnée des 4 lettres (M,A,T,H), un anagramme du mot « MATH » est une permutation de ces quatre lettres. Il y en a donc  $4! = 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$ . Il y a 24 anagrammes du mot MATH

#### Exercice n°16

1) Il y a  $7! = 5040$  anagrammes du mot PATRICE

2) a) Pour constituer un mot commençant et finissant par une consonne, il faut d'abord choisir les deux consonnes parmi les quatre que contient ce mot. L'ordre est important car un mot commençant par P et finissant par T n'est pas identique à un mot commençant par T et finissant par P. Il y a donc  $A_4^2 = \frac{4!}{(4-2)!} = \frac{4!}{2!} = 4 \times 3 = 12$  choix possibles. Une fois ce

choix effectué, il reste  $5! = 120$  façons de permuter les 5 autres lettres. Il aura donc  $A_4^2 \times 5! = 12 \times 120 = 1440$  anagrammes du mot PATRICE commençant et finissant par une consonne.

b) Suivant le même raisonnement, il aura  $A_3^2 \times 5! = 720$  anagrammes du mot PATRICE commençant et finissant par une voyelle.

c) Pour constituer un mot commençant par une consonne et finissant par une voyelle, il faut d'abord choisir le couple (consonne, voyelle), qui est un élément du produit cartésien entre l'ensemble des consonnes et l'ensemble des voyelles.

Il y aura donc  $4 \times 3 = 12$  tels choix

Une fois ce choix effectué, il y aura  $5! = 120$  façons de permuter les 5 autres lettres.

Il aura donc  $4 \times 3 \times 5! = 12 \times 120 = 1440$  anagrammes du mot PATRICE commençant par une consonne et finissant par une voyelle.

d) La consonne et la voyelle figurant à l'extrémité du mot jouant des rôles parfaitement symétriques, il y aura  $3 \times 4 \times 5! = 12 \times 120 = 1440$  anagrammes du mot PATRICE commençant par une voyelle et finissant par une consonne

#### Exercice n°17

Une anagramme du mot TABLEAU est une permutation des 7 lettres de ce mot. Il y en a donc, a priori,  $7!$

Mais si au sein de ces anagrammes, on « permute » les deux lettres A, on retombe sur le même mot.

Autrement dit, au sein des  $7!$  anagrammes, sont comptées deux fois les mots où se permutent les deux lettres A

Pour éviter de compter ces anagrammes deux fois, on doit diviser  $7!$  par le nombre de permutations possibles des deux lettres A, soit  $2! = 2$

Le nombre d'anagrammes différentes du mot TABLEAU est donc égal à  $\frac{7!}{2!} = \frac{7!}{2} = 2520$

De manière générale :

### Exercice n°18

1) Une anagramme d'un mot de  $n$  lettres est une permutation des  $n$  éléments de ce mot. Il y en a donc, a priori  $n!$  !  
Mais si un groupe de lettres se répète  $p_1$  fois au sein de ce mot, alors les permutations de ces  $p_1$  lettres, qui sont au nombre de  $p_1!$  ne changent pas le mot, de sorte que l'on a compté, dans les  $n!$  anagrammes,  $p_1!$  fois trop d'anagrammes. Il faut donc diviser  $n!$  par  $p_1!$  pour ne pas compter trop d'anagrammes.

On procède de même avec le deuxième groupe de mots se répétant  $p_2$  fois. Et ainsi de suite

Le nombre d'anagrammes de mots de  $n$  lettres comportant  $k$  groupes lettres se répétant  $p_1, p_2, \dots, p_k$  fois est donc égal à

$$\frac{n!}{p_1! p_2! \dots p_k!}$$

2) Dans le mot ANAGRAMME figurent :

- un groupe de trois lettres A se répétant                      - - un groupe de 2 lettres M se répétant

Le nombre d'anagrammes du mot ANAGRAMME vaut donc  $\frac{9!}{3!2!} = 30240$

### Exercice n°19

1) Si on tient compte de l'accent, les six lettres du mot PRISÉE sont donc toutes différentes.

Le nombre d'anagrammes du mot PRISÉE est donc égal à  $6! = 720$

2) Si on ne tient pas compte de l'accent, le mot PRISEE contient donc 6 lettres, dont 2 identiques.

Il engendrera donc  $\frac{6!}{2!} = \frac{6!}{2} = 360$  anagrammes.

## **Combinaisons**

### Exercice n°20

L'ordre dans lequel on choisit les 3 élèves n'a, ici, pas d'importance.

En effet, que l'on ait choisi « dans cet ordre » (Pierre, Paul, Jacques) ou (Paul, Pierre, Jacques), c'est l'ensemble constitué de ces trois élèves qui devra aller chercher les livres au CDI. Ces deux « choix » sont donc identiques.

La désignation de ces trois élèves correspond donc à un choix simultané (sans ordre, sans répétition possible) de 3 élèves

parmi 24. Il y a donc  $\binom{24}{3} = \frac{24!}{(24-3)!3!} = \frac{24 \times 23 \times 22}{3 \times 2 \times 1} = 2024$  choix différents.

### Exercice n°21

Une rencontre est déterminée par le choix de deux équipes parmi 8

Comme il n'y a qu'un match entre deux équipes (pas d'aller-retour), le choix (équipe A, équipe B) est identique au choix

(équipe B, équipe A). Il y a donc  $\binom{8}{2} = \frac{8!}{(8-2)!2!} = 28$  rencontres possibles

### Exercice n°22

Un tirage correspondant au choix simultané (sans ordre, sans répétition possible) de 6 boules parmi 49, il y a

$\binom{49}{6} = \frac{49!}{(49-6)!6!} = \frac{49 \times 48 \times 47 \times 46 \times 45 \times 44}{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}$  combinaisons différentes.

### Exercice n°23

Un choix de 3 femmes et 2 hommes parmi 10 femmes et 5 hommes est un élément du produit cartésien entre :

- l'ensemble des choix simultanés de 3 hommes parmi 10, de cardinal  $\binom{10}{3} = 120$

- l'ensemble des choix simultanés de 2 femmes parmi 5, de cardinal  $\binom{5}{2} = 10$

L'ensemble des choix de 3 femmes et 2 hommes parmi 10 femmes et 5 hommes vaut donc  $\binom{10}{3} \times \binom{5}{2} = 120 \times 10 = 1200$

### Exercice n°24

Les délégués sont choisis sans ordre

1) Les choix simultanés de 2 délégués parmi les 32 élèves sont au nombre de  $\boxed{\binom{32}{2} = 496}$

2) Si on impose d'avoir un garçon et une fille, alors le choix des deux délégués est un élément du produit cartésien entre :

- l'ensemble des choix simultanés de 1 délégué parmi les 19 garçons, soit  $\binom{19}{1} = 19$  choix

- l'ensemble des choix simultanés de 1 délégué parmi les 13 filles, soit  $\binom{13}{1} = 13$  choix

L'ensemble des choix est donc de cardinal  $\boxed{\binom{19}{1} \times \binom{13}{1} = 19 \times 13 = 247}$

3) Si on impose d'avoir 2 garçons comme délégués, le nombre de choix des deux délégués est donc « réduit » au nombre

de choix de 2 délégués parmi les 19 garçons, au nombre de  $\boxed{\binom{19}{2} = 171}$

### Exercice n°25

1) Le nombre de choix de 5 personnes parmi les 18 est égal à  $\binom{18}{5} = 8568$

2) Le nombre de groupes dans lequel figure Christian est égal (une fois lui choisi) au nombre de groupes de 4 personnes choisies parmi 17, soit  $\binom{17}{4} = 2380$

3) Afin que Christian et Claude ne se retrouvent pas ensemble, il faut :

- constituer un groupe de 5 personnes contenant Christian mais pas Claude. Le nombre de groupes dans lequel figure Christian mais pas Claude est égal (une fois lui choisi) au nombre de groupes de 4 personnes choisies parmi 16 (pour ne pas qu'y figure Claude), soit  $\binom{16}{4} = 1820$

OU

- constituer un groupe de 5 personnes contenant Claude mais pas Christian. De façon analogue à ce qui précède (Christian et Claude jouent des rôles similaires), il y a  $\binom{16}{4} = 1820$  possibilités

Il y a donc  $\binom{16}{4} + \binom{16}{4} = 3640$  répondant à cette condition

### Exercice n°26

1) Le nombre de d'échantillons différents est égal au nombre de choix de 4 personnes parmi les 30, soit  $\binom{30}{4} = 27405$

2) Le nombre d'échantillons ne contenant aucun célibataires est égal au nombre de choix de 4 personnes parmi les 30-12=18 non célibataires, soit  $\binom{18}{4} = 3060$

3) Le contraire de « au moins un célibataire » est « aucun célibataire ».

Le nombre d'échantillons contenant au moins un célibataire est égal au nombre total d'échantillons diminué du nombre d'échantillons ne contenant aucun célibataire. Ces deux nombres ayant été déterminés dans les deux questions précédentes, on conclut que le nombre d'échantillons contenant au moins un célibataire est égal à

$$\boxed{\binom{30}{4} - \binom{18}{4} = 27405 - 3060 = 24345}$$

### Exercice n°27

1) Le nombre de choix de 6 personnes parmi les  $25+32=57$  est égal à  $\binom{57}{6} = 36288252$

2) a) Le nombre de groupes constitués uniquement d'hommes s'apparente au nombre de choix de 6 hommes parmi 32, soit à  $\binom{32}{6} = 906192$  groupes

b) Le nombre de groupes de 6 personnes de même sexe est égal au nombre de groupes constitués uniquement d'hommes (déterminé précédemment) augmenté du nombre de groupes constitués uniquement de femmes, que l'on évalue de manière identique à ce qui précède à  $\binom{25}{6}$  groupes

Le nombre de groupes constitué de personnes de même sexe est donc égal à  $\binom{32}{6} + \binom{25}{6} = 1083292$  groupes.

c) Le contraire de « au moins une femme et au moins un homme » est « uniquement des femmes ou uniquement des hommes », c'est à dire « un groupe unisexe ». Le nombre de groupes constitués d'au moins une femme et d'au moins un homme est donc égal au nombre total de groupes,  $\binom{57}{6} = 36288252$ , diminué du nombre de groupes constitués de personnes du même sexe, calculé ci-dessus,  $\binom{32}{6} + \binom{25}{6} = 1083292$ .

Le nombre de groupes constitués d'au moins une femme et d'au moins un homme est donc égal à  $36288252 - 1083292 = 35204960$

### Exercice n°28

1) Le nombre de choix simultané de 5 cartes parmi 32 est égal à  $\binom{32}{5} = \frac{32!}{(32-5)!5!} = 201376$

2) a) Pour constituer une main contenant un carré, il faut choisir le carré (8 possibilités) et compléter la main par une 5<sup>ème</sup> carte choisie parmi 28. Il y a donc  $8 \times \binom{28}{1} = 228$  mains différentes contenant un carré

b) Pour constituer une main contenant deux paires distinctes, il faut choisir les deux hauteurs distinctes des deux paires (il y a  $\binom{8}{2} = \frac{8 \times 7}{2} = 28$  combinaisons), choisir deux fois deux cartes parmi les quatre de chaque hauteur, et enfin compléter la main par une cinquième carte choisie parmi 24 (pour n'avoir que deux paires et pas risquer d'obtenir un brelan donc un full). Il y a donc  $\binom{8}{2} \times \binom{4}{2} \times \binom{4}{2} \times \binom{24}{1} = 24192$  mains répondant à ce critère

c) Pour constituer une main contenant un full, il faut choisir les deux hauteurs distinctes correspondant au brelan et à la paire, mais en tenant compte de l'ordre (2 As 3 Rois n'est pas identique à 2 Rois 3 As), soit  $A_8^2 = 28$  couples de hauteurs possibles), choisir 2 cartes parmi 4 pour constituer la paire, et 3 cartes parmi 4 pour constituer le brelan

Il y a donc  $A_8^2 \times \binom{4}{2} \times \binom{4}{3} = 1344$  mains répondant à ce critère

d) Pour constituer une main contenant exactement une paire, il faut choisir une hauteur pour la paire, choisir les 2 cartes parmi 4 pour constituer cette paire, et compléter la main par 3 cartes parmi 28. Mais on s'expose alors à la possibilité d'obtenir, grâce à ces trois cartes supplémentaires, une autre paire, ou un brelan (donc un full en tout) On devra donc soustraire le nombre de mains obtenus dans les questions 2b) et 2c)

Il y aura donc  $8 \times \binom{4}{2} \times \binom{28}{3} - 24192 - 1344 = 131712$  mains répondant à ce critère

e) Pour constituer une main contenant un brelan (sans full ni carré), il faut choisir une hauteur pour le brelan, choisir les 3 cartes parmi 4 pour constituer ce brelan, et compléter la main par 2 cartes parmi 28. Mais on s'expose alors à la possibilité d'obtenir, grâce à ces deux cartes supplémentaires, une autre paire, ce qui constituerait un full

On devra donc soustraire le nombre de mains obtenus dans la question 2c)

Il y aura donc  $8 \times \binom{4}{3} \times \binom{28}{2} - 1344 = 10752$  mains répondant à ce critère

f) Pour constituer une main de 5 cartes de même couleur, se suivant dans l'ordre croissant, il faut choisir parmi les 4 possibilités de couleur, les 4 possibilités de suite croissante : (7,8,9,10,V) , (8,9,10,V,D) , (9,10,V,D,R) ou (10,V,D,R,As)

Il y aura donc  $4 \times 4 = 16$  mains répondant à ce critère.

### Combinaisons et arrangements

#### Exercice n°29

1) Tirages successifs sans remise de 3 jetons parmi 9. Il y a  $A_9^3 = 504$  possibilités

a) Notons A l'événement « Tirer 3 jetons verts ». On a  $p(A) = \frac{A_5^3}{A_9^3} = \frac{5}{42}$

b) Notons B l'événement « Ne tirer aucun jeton vert ». On a  $p(B) = \frac{A_4^3}{A_9^3} = \frac{1}{21}$

c) Notons C l'événement « Tirer au plus 2 jetons verts »

1<sup>ère</sup> méthode :  $p(C) = p(\bar{A}) = 1 - p(A) = 1 - \frac{5}{42} = \frac{37}{42}$

2<sup>ème</sup> méthode

$$p(C) = \frac{\overbrace{A_9^3}^{\text{Ne tirer aucun vert}} + \overbrace{3 \times A_5^1 \times A_4^2}^{\substack{\text{Tirer exactement 1 vert :} \\ \text{- choix de la place du jeton vert} \\ \text{- choix d'1 vert et de 2 rouges}}} + \overbrace{3 \times A_5^2 \times A_4^1}^{\text{Tirer exactement 2 verts}}}{A_9^3} = \frac{37}{42}$$

d) Soit D l'événement « Tirer exactement 1 jeton vert ».  $p(D) = \frac{3 \times A_5^2 \times A_4^1}{A_9^3} = \frac{5}{14}$

2) Tirages simultanés de 3 jetons parmi 9. Il y a  $C_9^3 = 84$  possibilités

a) Notons A l'événement « Tirer 3 jetons verts ». On a  $p(A) = \frac{C_5^3}{C_9^3} = \frac{5}{42}$

b) Notons B l'événement « Ne tirer aucun jeton vert ». On a  $p(B) = \frac{C_4^3}{C_9^3} = \frac{1}{21}$

c) Notons C l'événement « Tirer au plus 2 jetons verts »

1<sup>ère</sup> méthode :  $p(C) = p(\bar{A}) = 1 - p(A) = 1 - \frac{5}{42} = \frac{37}{42}$

2<sup>ème</sup> méthode

$$p(C) = \frac{\overbrace{C_9^3}^{\text{Ne tirer aucun vert}} + \overbrace{C_5^1 \times C_4^2}^{\substack{\text{Tirer exactement 1 vert :} \\ \text{- choix de la place du jeton vert} \\ \text{- choix d'1 vert et de 2 rouges}}} + \overbrace{C_5^2 \times C_4^1}^{\text{Tirer exactement 2 verts}}}{C_9^3} = \frac{37}{42}$$

d) Soit D l'événement « Tirer exactement 1 jeton vert ».  $p(D) = \frac{C_5^2 \times C_4^1}{C_9^3} = \frac{5}{14}$

#### Commentaire sur l'exercice :

Selon toute logique, on doit retrouver les mêmes résultats dans les deux parties. En effet, tirer successivement sans remise 3 boules ou les tirer simultanément revient au même. Que l'on traite un tirage comme un arrangement ou comme un sous-ensemble, les questions

a) et b) nous fournissent le même résultat si on a conservé l'ordre jusqu'au bout (numérateurs et dénominateurs des fractions) le même mode de comptage. En ce qui concerne la question c), si on travaille avec des arrangements, on induit ainsi un ordre. Il ne faut donc pas oublier de multiplier par 3, c'est à dire de choisir d'abord une place pour le jeton vert. Ce problème ne se pose pas avec des combinaisons. Conclusion : Il est plus facile de travailler avec des combinaisons.

Cette dernière remarque est valable car le type d'événements étudié ne fait pas intervenir d'ordre.

## Dénombrements divers

### Exercice n°30

a) Supposons les 5 patères numérotées (de 1 à 5). Une disposition de trois manteaux sur le portemanteau est une 3-liste ordonnées (sans répétition) des 3 numéros de patères. En effet (2,3,5) signifiera que le premier manteau est accroché sur la patère 2 et ainsi de suite. Une disposition des trois manteaux est donc un arrangement de 3 chiffres parmi 5. Il y en a

$$\text{donc } A_5^3 = \frac{5!}{(5-3)!} = 60$$

b) Si on doit disposer les cinq manteaux sur les cinq patères, une disposition sera donc donnée par toute permutation des cinq chiffres correspondant aux numéros de patères. Il a donc  $5! = 120$  dispositions différentes.

c) Il est impossible de disposer 6 manteaux sur 5 patères sans que deux ne se chevauchent. Il n'y a donc aucune disposition possible.

### Exercice n°31

Désignons par  $G = \{G_1; G_2; G_3; G_4\}$  l'ensemble des 4 garçons et  $F = \{F_1; F_2\}$  l'ensemble des 2 filles.

1) L'ensemble des dispositions possibles de ces 6 personnes sur les six places d'un banc correspond à l'ensemble des permutations des six éléments de l'ensemble  $F \cup G$ . Il a donc  $6! = 720$  dispositions différentes.

2) Si les garçons sont d'un côté et les filles de l'autre, il y a deux « configurations possibles » :

4 garçons	2 filles
-----------	----------

ou

2 filles	4 garçons
----------	-----------

Au sein de chaque configuration, il y a  $2! = 2$  manières de permuter les 2 filles, et  $4! = 24$  manières de permuter les 4 garçons

Il y aura au total  $2 \times 4! \times 2! = 96$  manières de placer ainsi ces six personnes

3) Si chaque fille est intercalée entre deux garçons, il y a trois configurations possibles :

G	F	G	F	G	G
---	---	---	---	---	---

ou

G	G	F	G	F	G
---	---	---	---	---	---

ou

G	F	G	G	F	G
---	---	---	---	---	---

Une fois la configuration « choisie », il y a  $2! = 2$  manières de permuter les 2 filles, et  $4! = 24$  manières de permuter les 4 garçons

Il y aura au total  $3 \times 2! \times 4! = 144$  manières de placer ainsi ces six personnes

4) Si les filles veulent rester l'une à côté de l'autre, il y a cinq configurations possibles :

F	F	G	G	G	G
---	---	---	---	---	---

ou

G	F	F	G	G	G
---	---	---	---	---	---

ou

G	G	F	F	G	G
---	---	---	---	---	---

ou

G	G	G	F	F	G
---	---	---	---	---	---

ou

G	G	G	G	F	F
---	---	---	---	---	---

Une fois la configuration « choisie », il y a  $2! = 2$  manières de permuter les 2 filles, et  $4! = 24$  manières de permuter les 4 garçons

Il y aura au total  $5 \times 2 \times 4! = 240$  manières de placer ainsi ces six personnes