



1 Définition

Un **tableau associatif** (aussi appelé **dictionnaire** ou **table d'association**) est un type de données associant à un ensemble de **clefs**, un ensemble correspondant de **valeurs**. Chaque clef est associée à une seule valeur (au plus).

Analogie : Un dictionnaire linguistique associe à chaque mot une définition. Un répertoire téléphonique associe à chaque nom un numéro de téléphone.

2 Opérations

Fournies par un tableau associatif :

- **ajout** : association d'une nouvelle valeur à une nouvelle clef ;
- **modification** : association d'une nouvelle valeur à une ancienne clef ;
- **suppression** : suppression d'une clef ;
- **recherche** : détermination de la valeur associée à une clef, si elle existe.

Type abstrait : Tableau associatif

Données : clés de type T1
valeurs de type T2

Opérations

CREER_TABLEAU_VIDE() qui retourne un objet de type Tableau associatif.

Le tableau associatif existe et il est vide.

AJOUTER(T, clé, valeur)

*Le couple **clé, valeur** est ajouté au tableau associatif.*

RECHERCHER(T, clé, valeur) qui retourne un objet de type T2

Retourne la valeur associée à la clé si elle existe.

MODIFIER(T, clé, valeur)

la valeur associée à la clé est remplacée.

SUPPRIMER(T, clé)

la clé est supprimée.

X	O	O
O	X	X
X	X	O

Conditions :

MODIFIER(T, clé, valeur) est définie si, et seulement si la clé existe.

SUPPRIMER(T, clé) est définie si, et seulement si la clé existe.

3 Intérêt du tableau associatif :

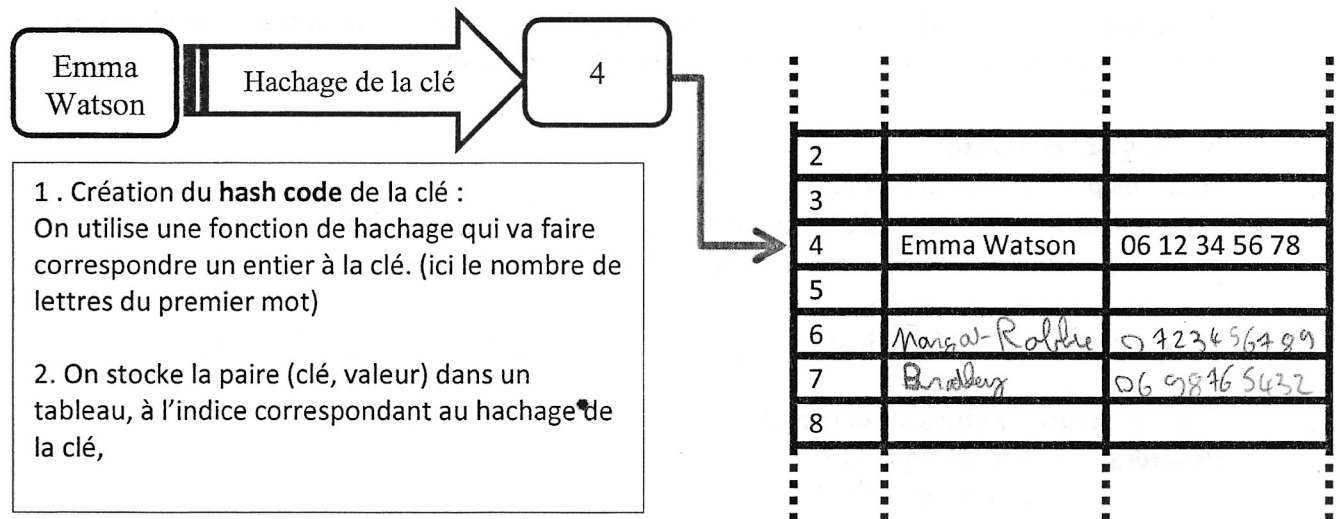
Type Python	Type abstrait	Opération	Exemple	Complexité
list lst avec n=len(lst)	Tableau dynamique	Ajout à la fin	lst.append(x)	O(1)
		Accès à un élément	lst[i]	O(1)
		Modification d'un élément	lst[i] = x	O(1)
		Effacement d'un élément	del lst[i]	O(n)
		Insertion d'un élément	lst.insert(i,x)	O(n)
		Recherche d'un élément	x in lst	O(n)
	Pile	push	lst.append(x)	O(1)
		pop	lst.pop()	O(1)

Type Python	Type abstrait	Opération	Exemple	Complexité
dict d avec n=len(d)	Tableau associatif	Ajout d'un élément	d[key] = val	O(1)
		Modification d'un élément	d[key] = val	O(1)
		Effacement d'un élément	del d[key]	O(1)
		Accès à un élément	d[key]	O(1)
		Recherche d'une clé	key in d	O(1)
		Recherche d'une valeur	val in d.values()	O(n)

Exemple d'application : Une implémentation courante d'un tableau associatif est la table de hachage (en python le dictionnaire).

4 Fonctionnement d'une table de hachage : Exemple

Emma Watson	06 12 34 56 78	Exemple avec un répertoire téléphonique : On souhaite faire correspondre le nom au numéro de téléphone (ou autre)
Margot Robbie	07 23 45 67 89	
Bradley Cooper	06 98 76 54 32	
Cole Sprouse	07 12 23 34 45	
Beetle Juice	Beetle Juice ! Beetle Juice ! Beetle Juice !	



5 Problèmes rencontrés :

Le tableau utilisé pour l'implémentation a une taille finie n

→ pour que le hash code soit dans le tableau on peut faire un modulo n.

Des clés différentes peuvent avoir le même hash code. (avec cette fonction de hachage Vous risquez de tomber sur Beetle Juice en voulant appeler Margot Robbie ☺)

→ on appelle cela une collision, qui est inévitable quel que soit la taille du tableau et la fonction de hachage, plusieurs façon alors de gérer les collisions :

- **Sondage linéaire** : à partir de l'indice, on parcourt le tableau jusqu'à trouver une case libre.
- **Chaînage linéaire** : à la place d'avoir un seul couple par case, on met une liste de couple.

Pour que la table de hachage fonctionne bien :

- Pour minimiser l'influence des problèmes précédents, le tableau ne doit pas être trop plein. Un bon ratio entre la taille du tableau et la taille des données est de 5.
- Pour une bonne répartition des données dans le tableau le choix de la fonction de hachage est primordiale.

Exercice 1 : Représentation de la table de hachage par 2 tableaux :

- On utilise des tableaux de taille 5 fois plus grande que la taille des données que l'on souhaite stocker.
- Le premier tableau contient la clé à l'indice donné par la fonction de hachage.
- Le deuxième tableau contient la valeur à l'indice donné par la fonction de hachage.
- La fonction de hachage est la somme des codes ASCII des caractères de la clé.

Représenter page suivante les tableaux pour le répertoire proposé en exemple

Clé	Fonction de hachage	Valeur	Modulo taille du tableau
Emma Watson	Hachage(clé) = somme des codes ASCII des caractères	1052	2
Margot Robbie		1249	20
Bradley Cooper		1555	5
Cole Sprouse		1142	22
Beetle Juice		1121	21

Code ASCII de l'espace : 32

Car	Dec	Hex	Car	Dec	Hex
@	64	40		96	60
A	65	41	a	97	61
B	66	42	b	98	62
C	67	43	c	99	63
D	68	44	d	100	64
E	69	45	e	101	65
F	70	46	f	102	66
G	71	47	g	103	67
H	72	48	h	104	68
I	73	49	i	105	69
J	74	4A	j	106	6A
K	75	4B	k	107	6B
L	76	4C	l	108	6C
M	77	4D	m	109	6D

N	78	4E	n	110	6E
O	79	4F	o	111	6F
P	80	50	p	112	70
Q	81	51	q	113	71
R	82	52	r	114	72
S	83	53	s	115	73
T	84	54	t	116	74
U	85	55	u	117	75
V	86	56	v	118	76
W	87	57	w	119	77
X	88	58	x	120	78
Y	89	59	y	121	79
Z	90	5A	z	122	7A
[91	5B	{	123	7B
\	92	5C		124	7C
]	93	5D	}	125	7D
^	94	5E	~	126	7E
_	95	5F	Del	127	7F

Tableau des clés

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		E M M A	S C A R L E T T		D R A D O L E Y															M A R G O T	B E T T E	C O L E		

Tableau des valeurs :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		0 6 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 6 1 2 3 4 5 6 7 8 9		0 6 1 2 3 4 5 6 7 8 9															0 4 2 3 5 6 7 8 9	B e t t e	0 4 1 2 3 5 6		

Exercice 2 : On souhaite ajouter le numéro de téléphone de **scarlett johansson** : **06 78 91 23 45** que se passe-il ?

On choisit d'utiliser la solution du **sondage linéaire** en cas de collision (à partir de l'indice, on parcourt le tableau jusqu'à trouver une case libre). Compléter les tableaux.

Exercice 3 : Implémentation d'une table de hachage en Python.

Implémenter en python la table de hachage, avec le principe des exercices 1 et 2.

Aide : Une solution simple lorsqu'on demande la suppression d'une clé, est de la garder mais de marquer la case comme libre. Ainsi, on pourra utiliser cette case pour stocker une nouvelle valeur et ça ne créera pas un « trou » qui poserait problème lors d'une recherche. Il faut juste penser, dans la méthode pour ajouter une paire "clé-valeur", à chercher la première case vide ou marquée libre.

Exercice 4 : Dupliquer votre travail pour modifier la gestion des collisions, de façon à utiliser la solution du **chainage linéaire** (utilisation d'un tableau de liste de couples clés - valeurs)