



**HAL**  
open science

# Les cartes mentales : un outil pertinent pour apprendre à apprendre ?

Sophie Grousset, Bertille Martinez

## ► To cite this version:

Sophie Grousset, Bertille Martinez. Les cartes mentales : un outil pertinent pour apprendre à apprendre?. Education. 2021. dumas-03340152

**HAL Id: dumas-03340152**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03340152>**

Submitted on 10 Sep 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire 2020-2021

Master MEEF

Mention 2<sup>nd</sup> degré - parcours Sciences Physiques et Chimiques  
2<sup>ème</sup> année

# **Les cartes mentales : un outil pertinent pour apprendre à apprendre ?**

**Mots Clefs : carte mentale, mécanismes d'apprentissage, mémorisation**

**Présenté par : Sophie Grousset et Bertille Martinez**

**Encadré par : Paulo Martins**

## Table des matières

Introduction	4
I. Cadre de l'étude	5
1. Mécanismes d'apprentissage	5
a. Plusieurs mémoires	5
b. Le rôle de l'attention dans le stockage de l'information	6
c. Les différentes mémoires dans la mémoire à long terme	7
d. Consolider ses connaissances : le passage de la mémoire épisodique à la mémoire sémantique	8
i. Le double codage	8
ii. L'effet de répétition	9
iii. La motivation intrinsèque	9
2. Les cartes mentales	10
a. Qu'est-ce qu'une carte mentale ?	10
b. Construction des cartes mentales	11
c. Intérêts	11
d. Limites	12
e. Champs d'application possibles	13
II. Méthodologie	14
1. Contexte de l'étude	14
a. Les élèves	14
b. La séquence d'étude	14
c. Les prérequis des élèves	15
2. Présentation du dispositif mis en place	16
a. Séparation en plusieurs groupes	16
b. Présentation de l'outil « carte mentale » aux élèves	16
c. Retour individualisé sur les cartes mentales des élèves	19
3. Modalités d'évaluation du dispositif	20
a. Étude des cartes mentales des élèves	20

b.	Évaluation sommative	20
c.	Ressenti des élèves	22
III.	Résultats obtenus et analyse	23
1.	Cartes mentales produites par des élèves	23
a.	Des exemples de cartes mentales qui fonctionnent	23
b.	Des exemples de cartes mentales avec quelques dysfonctionnements	27
c.	Bilan	32
2.	Ressenti des élèves	33
a.	Construction d'une carte mentale	33
b.	Utilité d'une carte mentale	35
c.	Bilan	37
3.	Résultats de l'évaluation sommative	37
	Conclusion générale	41
	Bibliographie	42
	Annexe A – Partie du bulletin officiel travaillé en classe	45
	Annexe B – Questionnaire sur le ressenti des élèves des groupes tests	46

## Introduction

Depuis 2015, le socle commun de connaissances, de compétences et de cultures intègre un domaine consacré aux méthodes et outils pour apprendre (domaine 2 du socle). À l'issue de la scolarité obligatoire, les élèves doivent ainsi avoir appris à apprendre, seuls ou collectivement, en classe ou en dehors. Les objectifs sont multiples : résoudre un problème, prendre des notes, apprendre une leçon, préparer un exposé etc. Des activités très diverses telles que la réalisation de projets en équipe, la recherche et le traitement de l'information ou encore l'utilisation d'outils numériques permettent de développer peu à peu ces compétences.

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressées à un outil d'apprentissage spécifique : les cartes mentales. Il s'agit de « schémas arborescents » composés en leur centre par l'idée principale, qui est ensuite entourée de branches permettant d'apporter des informations complémentaires grâce à des associations d'idées (*1*). Cet outil, développé par le psychologue Tony Buzan dans les années 1970, est présenté par de nombreuses études (*2–5*) comme un moyen puissant permettant d'améliorer sa mémoire, d'organiser ses idées, de prendre des décisions et de développer sa créativité.

Étant donné les multiples bénéfices que semble apporter une bonne maîtrise de l'outil « carte mentale », nous explorons dans cette étude la pertinence d'introduire aux élèves cet outil de représentation graphique dès leur entrée en sixième lors de séances de physique – chimie.

Ce mémoire est composé de trois parties. Après avoir détaillé les mécanismes d'apprentissage et en particulier les processus prenant part dans les processus de mémorisation, la première partie est consacrée à la présentation de l'outil « carte mentale » : définition, méthode d'élaboration, avantages et limites mis en évidence dans la littérature. Dans la seconde partie de ce mémoire, nous détaillons la méthodologie que nous avons suivie dans notre étude. Enfin, dans la troisième et dernière partie de ce mémoire nous présentons les résultats obtenus et discutons, à partir de ces derniers, de l'intérêt d'introduire ce nouvel outil d'apprentissage aux élèves dès leur entrée en sixième.

# I. Cadre de l'étude

Dans cette partie, nous allons décrire les mécanismes d'apprentissage dans le cerveau des élèves lorsqu'une nouvelle information leur est présentée. Nous présenterons ensuite les cartes mentales et pourquoi ces dernières peuvent être intéressantes dans les apprentissages des élèves.

## 1. Mécanismes d'apprentissage

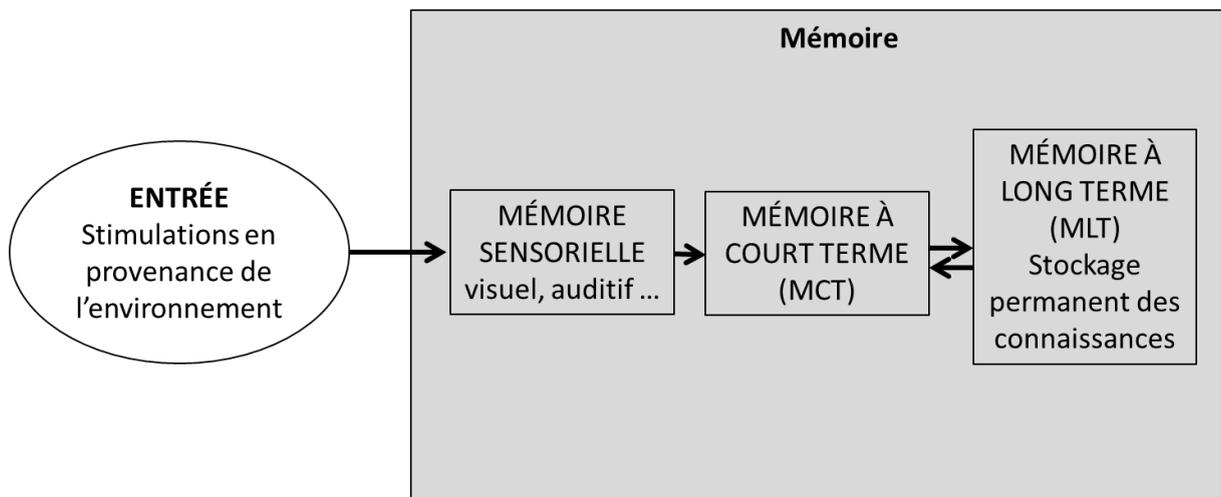
Pour comprendre les mécanismes d'apprentissage, il faut se pencher sur le fonctionnement de la mémoire et sur comment les informations que nous recevons continuellement par le biais de nos sens sont traitées et éventuellement retenues par le cerveau.

### a. Plusieurs mémoires

Comme l'indiquent Françoise Cordier et Daniel Gaona'ch dans l'introduction de leur livre *Apprentissage et Mémoire* (6) l'apprentissage et la mémoire sont des concepts qui dépendent fortement l'un de l'autre. Pour apprendre, il faut qu'il y ait « conservation des traces des interactions ou de leurs conséquences, autrement dit une mémoire ». Il est donc particulièrement utile de comprendre comment fonctionne la mémoire pour comprendre comment on peut apprendre.

Un des premiers modèles de la mémoire a été développé par les chercheurs Atkinson et Shiffrin en 1968 (7). Selon eux, on peut distinguer trois mémoires, comme présenté sur la Figure 1.

Tout d'abord la mémoire sensorielle, qui permet d'enregistrer pour quelques millisecondes les informations qui nous parviennent par nos sens. Cette mémoire est une mémoire dite inconsciente car l'individu ne fournit pas d'effort conscient pour enregistrer ces informations et n'a un accès conscient qu'à un nombre très restreint d'entre elles.



**Figure 1 : Schéma représentant le fonctionnement de la mémoire d'après les travaux d'Atkinson et Shiffrin.**

Vient ensuite la mémoire à court terme, ou MCT. C'est dans la mémoire à court terme que l'individu prend conscience de l'information qui lui parvient, à condition d'avoir été attentif à cette information. Dans la mémoire à court terme, l'information est stockée pendant quelques secondes : elle peut ensuite être oubliée si elle n'est pas jugée utile par l'individu, ou transférée dans la mémoire à long terme. À noter que la durée pendant laquelle est stockée l'information dans la mémoire à court terme peut être augmentée si l'information est répétée.

Le dernier type de mémoire dans le modèle d'Atkinson et Shiffrin est la mémoire à long terme, qui est constituée de notre stock de connaissances accumulées. Lorsque l'on souhaite réactiver une connaissance, le modèle postule que l'information est alors transférée de la mémoire à long terme vers la mémoire à court terme pour être « réactivée ».

Ce modèle datant de 1968 a depuis été critiqué et nous savons à présent que le fonctionnement de la mémoire est en réalité plus complexe (8). Il reste toutefois très accessible et nous allons pouvoir l'utiliser pour mettre en lumière le rôle de plusieurs paramètres (l'attention, la concentration, la répétition) dans l'apprentissage de notions par les élèves.

### **b. Le rôle de l'attention dans le stockage de l'information**

La majorité des définitions du concept d'attention se basent sur celles du psychologue William James énoncée en 1890 dans son livre *The Principles of Psychology* (9) : « L'attention est la prise de position par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui sont présents simultanément [...]. Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres [...]. »

On comprend donc que l'attention joue le rôle de filtre sur les informations qui vont parvenir à la mémoire à court terme. Dans le cadre d'une séance de cours, si un élève ne porte pas son attention sur ce que le/la professeur.e explique, alors c'est d'autres éléments tels que ce qui se passe à la fenêtre ou la conversation avec le voisin qui pourraient être sélectionnés par ce filtre. La notion expliquée en classe n'arrivera donc pas dans la mémoire à court terme et ne pourra pas non plus être stockée dans la mémoire à long terme. L'individu aura donc oublié en quelques secondes l'information.

Il existe plusieurs types d'attention (10):

- i. L'attention spontanée, qui ne dépend pas de notre volonté et ne demande pas d'effort conscient. Cette attention spontanée nous permet de pouvoir réagir en cas de danger ou de situation inattendue.
- ii. L'attention soutenue, qui demande un effort. On l'appelle aussi « concentration ». C'est en général de l'attention soutenue qu'on demande aux élèves dans une classe, mais il faut être conscient que nos capacités à maintenir dans le temps une attention soutenue sont limitées et peuvent varier de quelques minutes à environ une quarantaine de minutes.

Dans le cadre de l'école, il est attendu des élèves d'avoir une attention soutenue (ou « concentration »). Tous les élèves ne sont pas égaux à ce stade et certains vont se déconcentrer très vite. Une possibilité pour augmenter la concentration est de développer la motivation des élèves dans la tâche qu'ils sont en train de réaliser, et c'est un aspect que nous allons travailler avec l'outil « carte mentale » dans la suite de ce rapport.

### c. Les différentes mémoires dans la mémoire à long terme

Si l'attention a permis à l'information entrante d'arriver jusqu'à la mémoire à court terme, elle peut ensuite être transférée dans la mémoire à long terme si l'individu la juge utile. Dans cette partie, nous allons voir que la mémoire à long terme est constituée de plusieurs mémoires (11) :

- la mémoire implicite, qui correspond à tout ce que l'on sait sans être conscient de le savoir ;
- la mémoire procédurale, qui correspond à la mémoire des activités que l'on dit cognitivo-motrices : par exemple jouer d'un instrument de musique ou faire du vélo ;
- la mémoire déclarative, qui correspond à tout ce qu'un individu peut expliquer en le verbalisant.

De ces trois mémoires à long terme, c'est la mémoire déclarative qui est sollicitée lors de l'apprentissage de nouveaux savoirs ou concepts. Or, cette mémoire déclarative peut elle-même être décomposée en deux parties : la **mémoire épisodique** et la **mémoire sémantique**.

La mémoire épisodique nous permet de stocker des informations correspondant à des événements que nous avons vécus, comme des souvenirs. Cela signifie que chacune des informations stockées dans la mémoire épisodique est attachée à un contexte spatio-temporel. Dans le contexte de l'apprentissage d'une notion en classe, cela peut s'approcher à des souvenirs de type : « c'est ce que le professeur avait entouré en rouge au tableau » ou « c'est ce que ma camarade a lu à voix haute au début du cours de la dernière fois ».

Au contraire, la mémoire sémantique regroupe des informations et des connaissances qui sont détachées du contexte dans lequel elles ont été apprises. Ainsi, les individus partagent un grand nombre de connaissances sémantiques : savoir expliquer ce qu'est une vitesse, utiliser la bonne conjugaison ...

Si chaque connaissance est d'abord épisodique et attachée à un contexte, certaines vont pouvoir être sémantisées et détachées de leur contexte. C'est ce qui est souvent demandé aux élèves pendant leur travail en classe et à la maison : il faut pouvoir réutiliser les informations dans des contextes différents afin qu'elles deviennent de plus en plus robustes et qu'elles ne soient pas oubliées.

#### **d. Consolider ses connaissances : le passage de la mémoire épisodique à la mémoire sémantique**

Pour favoriser ce passage de mémoire épisodique à mémoire sémantique, plusieurs techniques peuvent être développées par les enseignants dans les activités données aux élèves. Nous ne faisons pas dans cette partie un inventaire exclusif mais développons quelques aspects que nous allons pouvoir reprendre avec l'utilisation des cartes mentales.

##### **i. Le double codage**

Dans son article *A dual-coding approach to bilingual memory* en 1980 (12), Allan Paivio travaille sur la mémorisation de listes de mots ou d'images et réalise que les listes d'images donnent lieu à des performances meilleures de la part des sujets. Il explique cela par le fait que la vue des images a entraîné l'utilisation d'un mot dans l'esprit des sujets et donc, ces derniers avaient effectué un double codage : verbal et visuel.

Dans le cadre du passage de la mémoire épisodique à la mémoire sémantique, le double codage a son importance : en sollicitant deux sens en même temps, on effectue le travail de se détacher du contexte pour se concentrer sur l'information qui en découle.

## ii. L'effet de répétition

Pour comprendre cet effet, on peut étudier ce qu'il se passe du point de vue physiologique, en se penchant un peu plus en détail sur les réseaux neuronaux qui font fonctionner notre mémoire (13). Si l'on s'intéresse à ce que signifie « apprendre » d'un point de vue physiologique, cela signifie faire communiquer deux neurones qui ne communiquaient pas entre eux auparavant. Les connaissances sont contenues dans des réseaux de neurones : celles que nous utilisons très régulièrement ont des réseaux très performants tandis que les nouvelles connaissances sont contenues dans des réseaux neuronaux encore fragiles.

La répétition d'une connaissance, par exemple sous la forme d'une révision de cours par un élève, va permettre de consolider les réseaux neuronaux (11, 14). Le sommeil est également un acteur majeur dans cette dynamique de consolidation des réseaux qui va avoir lieu pendant que l'on dort si on a travaillé la connaissance pendant la journée.

La consolidation des réseaux neuronaux permet également de réaliser la transition de mémoire épisodique à mémoire sémantique. En répétant un passage de cours, en faisant ses devoirs ou en révisant un contrôle, les réseaux neuronaux se renforcent. Ce que l'on essaie d'apprendre se détache alors du contexte dans lequel on l'a vu la première fois pour être réutilisé dans des contextes différents.

## iii. La motivation intrinsèque

De la même manière que l'attention est amplifiée lorsqu'un individu fait quelque chose qui lui fait plaisir, les capacités mnésiques sont meilleures s'il existe une motivation intrinsèque (11). Grâce à la motivation intrinsèque, l'élève portera une attention plus soutenue au cours qu'il suit, et prendra du plaisir à le réviser. L'effet de répétition décrit dans le paragraphe précédent sera ainsi plus efficace.

Dans cette partie, nous avons décrit les fonctionnements principaux de la mémoire en détaillant notamment les points suivants qui permettent d'améliorer le transfert des connaissances de la mémoire à court terme à la mémoire à long terme sémantique : l'attention, le double codage, l'effet de répétition et le rôle de la motivation intrinsèque.

Dans le cadre de ce mémoire, nous allons mettre en place un outil qui s'appuie sur ces points pour permettre à des élèves de sixième de travailler plus efficacement leur cours : les **cartes mentales**.

## 2. Les cartes mentales

### a. Qu'est-ce qu'une carte mentale ?

Le concept de cartes mentales, aussi appelées *Mind Maps* ou cartes heuristiques, a été développé par le psychologue anglais Tony Buzan dans les années 1970 (15). Il définit les cartes mentales comme des « schémas arborescents » (1) composés en leur centre par l'idée principale. Cette idée principale est ensuite entourée de branches permettant d'apporter des informations complémentaires grâce à des associations d'idées.

Selon Tony et Barry Buzan les cartes mentales présentent quatre caractéristiques essentielles (1) :

- le sujet d'intérêt est cristallisé dans une image centrale ;
- les grands thèmes du sujet se ramifient comme des branches à partir de l'image centrale ;
- les branches comportent une image ou un mot clé imprimé sur une ligne. Les thèmes de moindre importance sont également représentés sous formes de branches partant des branches plus centrales ;
- les branches forment une structure nodale.

Ces caractéristiques conduisent à une structure arborescente semblable à l'agencement des neurones de notre cerveau (1). Ainsi, la construction de cartes mentales s'inspire du mode de fonctionnement de notre cerveau.

De manière assez classique, la transmission de l'information dans une carte mentale utilise le langage des mots. Néanmoins, de par leur structure, elles exploitent également les capacités de spatialisation de notre mémoire. Ainsi l'utilisateur va retenir que telle information se situe dans telle zone de la carte mentale (16). La carte mentale lui permet ainsi d'effectuer un double codage, verbal et visuel, ce qui améliore la mémorisation en facilitant le passage de la mémoire épisodique à la mémoire sémantique (voir I. 1. d. *Consolider ses connaissances : le passage de la mémoire épisodique à la mémoire sémantique*, p).

En outre, aux quatre caractéristiques essentielles précédemment citées s'ajoutent très souvent la présence de graphismes, de tableaux, d'images ou encore l'utilisation des couleurs. Une carte mentale est donc une représentation graphique d'idée dans laquelle quatre formes de langages peuvent être présentes simultanément (17) :

- les mots ;
- les images ;
- les couleurs ;
- le contexte (c'est-à-dire des relations entre les idées, des proximités, des liens).

Le mélange de ces quatre langages permet d'exploiter la gamme complète des compétences de notre cerveau. D'une part, cela favorise la mémorisation d'une information car elle va être codée de multiples façons par l'apprenant. D'autre part, la liberté dans les formes de langage utilisées permet de stimuler sa créativité.

Il est important de garder à l'esprit que les cartes mentales sont subjectives car elles reflètent l'organisation personnelle de la pensée. Elles se distinguent ainsi des cartes conceptuelles qui sont structurées en réseau, se lisent de haut vers le bas et représentent l'organisation d'un champ de savoir de façon objective (18).

## **b. Construction des cartes mentales**

Rappelons les quelques règles permettant de réaliser des cartes mentales telles que définies par Tony Buzan (19) :

- placer au centre de la page un élément central ou une représentation graphique du problème ;
- les idées doivent être libre de venir sans jugement ;
- des mots-clés sont utilisés pour représenter les idées ;
- un mot-clé par ligne ;
- les mots-clés sont connectés à l'élément central par des lignes ;
- les couleurs permettent de mettre en évidence des idées ;
- les images et symboles sont utilisés pour accentuer des idées et inciter l'esprit à faire des connections.

Il est ainsi possible de s'affranchir d'une hiérarchisation linéaire des idées pour adopter une structure radiante basée sur des associations d'idées (20).

## **c. Intérêts**

De par leur structure si particulière, les cartes mentales permettent de faciliter l'apprentissage en sollicitant les deux hémisphères du cerveau (1, 21) : le droit, qui est sollicité lorsque l'on a besoin de créativité, d'imagination, de faire des analogies ; et le gauche, qui est plutôt sollicité lorsque l'on a besoin de logique, de classer. Les intérêts cognitifs de la construction et de l'utilisation des cartes mentales seraient ainsi multiples :

- structurer ses connaissances (22) ;
- visualiser la complexité grâce à une structuration mieux représentée, les liens entre les faits ou les objets apparaissant clairement (5) ;

- synthétiser sur une seule page l'ensemble des notions d'intérêt (23), donc une relecture plus rapide de ses notes (5), et ainsi potentiellement un plus grand nombre de relecture ;
- améliorer l'attention et la motivation intrinsèque de l'apprenant (5) ;
- améliorer la mémorisation notamment en exploitant l'ensemble des compétences du cerveau par l'utilisation simultanée des quatre formes de langages (17) ;
- favoriser la créativité en permettant, grâce à leur structure radiante, des associations d'idées (16), et l'ajout de nouvelles idées émergeant de ces associations (24).

Ainsi, de nombreuses études ont mis en évidence les multiples avantages de l'élaboration de cartes mentales pour le développement de capacités cognitives. Néanmoins leurs intérêts pourraient s'étendre aux compétences sociales en permettant notamment : d'améliorer l'estime de soi du pratiquant ; et d'accentuer la socialisation des connaissances, c'est-à-dire la construction d'une représentation structurée et partagée des savoirs (25, 26).

#### **d. Limites**

Si l'introduction des cartes mentales dans les apprentissages semble dans un premier temps constituer l'outil miracle qui permettra aux apprenants de surmonter toutes leurs difficultés, il est néanmoins nécessaire de pointer quelques limites de cet outil.

D'une part, le mode de représentation graphique exploité avec une carte mentale constitue une rupture avec la représentation textuelle habituellement utilisée tout au long du cursus scolaire. L'appropriation de ce nouveau mode de représentation peut être relativement longue chez certains élèves (27).

D'autre part, la taille d'une carte mentale est limitée à celle d'une feuille de papier (2) conduisant souvent l'utilisateur débutant à surcharger sa carte mentale. Elle devient alors plus un obstacle qu'une aide à l'apprentissage ou à la mémorisation.

Enfin, l'apport établi précédemment des cartes mentales à la construction d'une représentation structurée et partagée des savoirs (25, 26) est nuancé par : une lecture parfois difficile de ces cartes mentales par autrui ; la difficulté à les stocker (à moins de les scanner pour les conserver au format numérique) et à les transmettre numériquement (2).

Grâce au développement de logiciels de création de carte mentale de plus en plus intuitifs et faciles d'utilisation, cette difficulté de stockage et de transmission numérique s'atténue peu à peu. Toutefois, les difficultés à intégrer des dessins à une carte mentale numérique tendent à accentuer l'utilisation du langage des mots au détriment de celui des images ce qui prive l'utilisateur de certains avantages de la construction de cartes mentales.

### e. Champs d'application possibles

De par leurs intérêts cognitifs, les cartes mentales semblent constituer un outil de choix dans le domaine de la pédagogie.

Ainsi, elles peuvent être utilisées par l'élève à de nombreux stades de l'apprentissage (5, 28) afin notamment de prendre des notes, préparer un exposé ou une dissertation, apprendre une langue ou un poème, réviser, réaliser un projet de groupe, se (re-)motiver en changeant de support d'apprentissage, se concentrer (notamment dans le cas d'apprenants sujets au trouble de l'attention (29)) etc.. Elles peuvent également être utilisées par les enseignants pour expliquer un concept, préparer un cours, évaluer des compétences, réaliser un planning etc. (5, 28).

Si dans ce mémoire nous focalisons notre attention sur les champs d'applications possibles de l'utilisation des cartes mentales dans le domaine de la pédagogie, il est utile de préciser qu'elles peuvent également constituer une aide précieuse que ce soit dans notre sphère professionnelle, ou encore familiale (1, 5). Citons quelques exemples d'applications dans ces contextes : prendre une décision, élaborer un agenda, écrire un livre, mieux se connaître etc...

**Étant donné que les enseignants ont notamment pour mission d'apprendre aux élèves à apprendre, et étant donné les multiples intérêts pédagogiques de l'utilisation des cartes mentales que semblent montrer les études, nous explorons dans cette étude la pertinence d'introduire aux élèves cet outil de représentation graphique dès leur entrée en sixième.**

## II. Méthodologie

Dans cette partie de méthodologie, nous détaillons le contexte de notre étude, en particulier le nombre d'élèves avec lesquels nous avons décidé de travailler et les points du programme traités. Nous présentons ensuite comment nous avons mis en place notre étude sur les cartes mentales aux différents groupes d'élèves. Nous terminons en présentant les modalités d'évaluation de notre projet à la fin de la séquence.

### 1. Contexte de l'étude

Pour commencer, nous allons vous présenter le contexte de notre étude, en particulier le profil des élèves à qui nous demandons de réaliser une carte mentale, et la séquence de cours sur laquelle nous travaillons pour introduire cet outil.

#### a. Les élèves

Notre étude a été menée avec des classes de sixième provenant de deux établissements de Paris : la cité scolaire Claude Bernard dans le XVI<sup>ème</sup> arrondissement, et le collège Montgolfier dans le III<sup>ème</sup> arrondissement.

En tout, nous avons pu travailler avec 171 élèves : 66 provenant de la cité scolaire Claude Bernard, et 105 provenant du collège Montgolfier. Les deux établissements ont prévu de diviser les classes en groupes à effectifs plus restreints pendant les séances de physique-chimie, nous avons donc travaillé avec des groupes allant de 16 à 22 élèves.

Il convient de rappeler que cette étude a été menée l'année qui a suivi le confinement et la fermeture des écoles pendant plusieurs mois. Les classes testées sont plutôt hétérogènes, avec de très bons élèves et des élèves qui peuvent avoir de grandes difficultés, accentuées par cette situation particulière..

#### b. La séquence d'étude

La carte mentale a été introduite lors d'une séquence intégrée au thème « Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique », et en particulier aux mélanges (Annexe A). Les éléments du programme travaillés sont les suivants :

- identifier à partir de ressources documentaires les différents constituants d'un mélange ;
- mettre en œuvre un protocole de séparation de constituants d'un mélange ;
- réaliser des mélanges peut provoquer des transformations de la matière (dissolution, réaction) ;

- la matière qui nous entoure (à l'état solide, liquide ou gazeux) résulte souvent de l'association de différents constituants.

Au cours de cette séquence, les élèves vont donc être amenés à :

- comprendre ce qu'est un mélange ;
- distinguer des mélanges homogènes et hétérogènes ;
- mettre en place des protocoles de décantation, filtration et évaporation ;
- comprendre ce qu'est une transformation chimique, notamment via l'exemple des produits ménagers.

À noter que dans le cadre de l'évaluation par compétences à la fin du cycle 3, cette séquence permet de travailler de nombreuses compétences attendues dans le bulletin officiel :

- pratiquer des démarches scientifiques et technologiques ;
- s'approprier des outils et des méthodes ;
- pratiquer des langages ;
- adopter un comportement éthique et responsable.

L'outil de la carte mentale répond particulièrement à une compétence du socle commun associée à la pratique des langages :

- utiliser différents modes de représentation formalisés (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte).

### **c. Les prérequis des élèves**

La séquence sur les mélanges sur laquelle nous travaillons dans le contexte de cette étude a été démarrée au cours du mois de novembre 2020. Elle prend appui sur des points du programme qui ont été travaillés en amont.

Les connaissances et les compétences travaillées en début d'année et qui sont utiles pour aborder sereinement la séquence sur les mélanges sont les suivantes :

- diversité de la matière : métaux, minéraux, verres, plastiques, matière issue du vivant ;
- l'état physique d'un échantillon dépend de conditions externes, notamment de sa température ;
- quelques propriétés de la matière solide (ex : densité, solubilité dans l'eau)

Ces connaissances acquises auparavant vont permettre à l'élève de pouvoir bien distinguer les états physiques de différents constituants de mélange, ainsi que d'être d'ores et déjà familier avec le fait que certains matériaux sont solubles dans l'eau, et d'autres non.

Le Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale indique que la compétence *mettre en œuvre un protocole de séparation de constituants d'un mélange* doit être travaillée dans la séquence sur les mélanges, il est donc important que les élèves aient déjà été familiarisés avec les différentes étapes de la démarche d'investigation :

- formuler une hypothèse ;
- proposer un protocole permettant de tester une hypothèse ;
- interpréter un résultat ;
- en tirer une conclusion.

## **2. Présentation du dispositif mis en place**

Dans cette partie, nous détaillons concrètement comment nous nous sommes organisées pour introduire l'outil aux élèves et pour évaluer la réussite ou l'échec de la mise en place de cet outil dans nos classes de sixième.

### **a. Séparation en plusieurs groupes**

La première chose que nous avons planifiée pour tester notre dispositif est de séparer les différents élèves en deux groupes. Cette séparation nous permettra de plus facilement évaluer l'impact bénéfique ou non de la carte mentale sur les groupes qui ont travaillé avec cet outil par rapport aux groupes témoins.

À la cité scolaire Claude Bernard, deux groupes de sixièmes (soit 44 élèves en tout) ont travaillé avec des cartes mentales ; tandis qu'un groupe (soit 22 élèves) n'a pas travaillé avec cet outil. Au collège Montgolfier, quatre groupes de sixièmes (soit 70 élèves en tout) ont travaillé avec des cartes mentales ; tandis que deux groupes (soit 35 élèves) n'ont pas travaillé avec cet outil.

Afin de garantir le plus d'équité entre les groupes pour l'évaluation sommative en fin de séquence, nous nous sommes assurées de passer autant de séances sur la séquence étudiée avec les groupes qui ont fait la carte mentale (groupes tests) et avec les groupes témoins. Alors que certains travaillaient sur la carte mentale, les élèves des groupes témoins travaillaient avec des exercices plus classiques.

### **b. Présentation de l'outil « carte mentale » aux élèves**

Comme présenté plus haut (cf. II.1. b. p), la séquence étudiée aborde plusieurs points. Nous avons décidé de les aborder en suivant le plan présenté ci-dessous :

- la définition d'un mélange, et des exemples de mélange dans la vie quotidienne ;
- les mélanges homogène et hétérogène ;

- plusieurs méthodes de séparation de mélanges en fonction de leur nature ;
- les transformations de la matière.

L'outil de la carte mentale a été présenté aux élèves des groupes tests après que les deux premiers points (définition d'un mélange, mélanges homogène et hétérogène) ont été traités. Une séance a alors été consacrée à présenter ce qu'est une carte mentale et comment elle peut s'organiser avec notamment les consignes suivantes :

- essayer de trouver les mots clés qui sont importants dans le cours ;
- essayer ensuite de trouver quels éléments du cours vont avec quels mots-clés, c'est-à-dire former des sous-familles de mots-clés ;
- expliciter les liens logiques entre les mots-clés ;
- ne pas faire de phrases ;
- possibilité de faire des schémas ;
- possibilité de mettre des couleurs ;

Nous avons ensuite expliqué aux élèves que nous ferions une carte mentale qui allait porter sur l'ensemble de la séquence consacrée aux mélanges. Cette carte mentale a été commencée en classe. Pour cela, une structure de carte mentale (voir Figure 2) a été proposée aux élèves et a été partiellement complétée en classe avec les premiers éléments vus en cours.

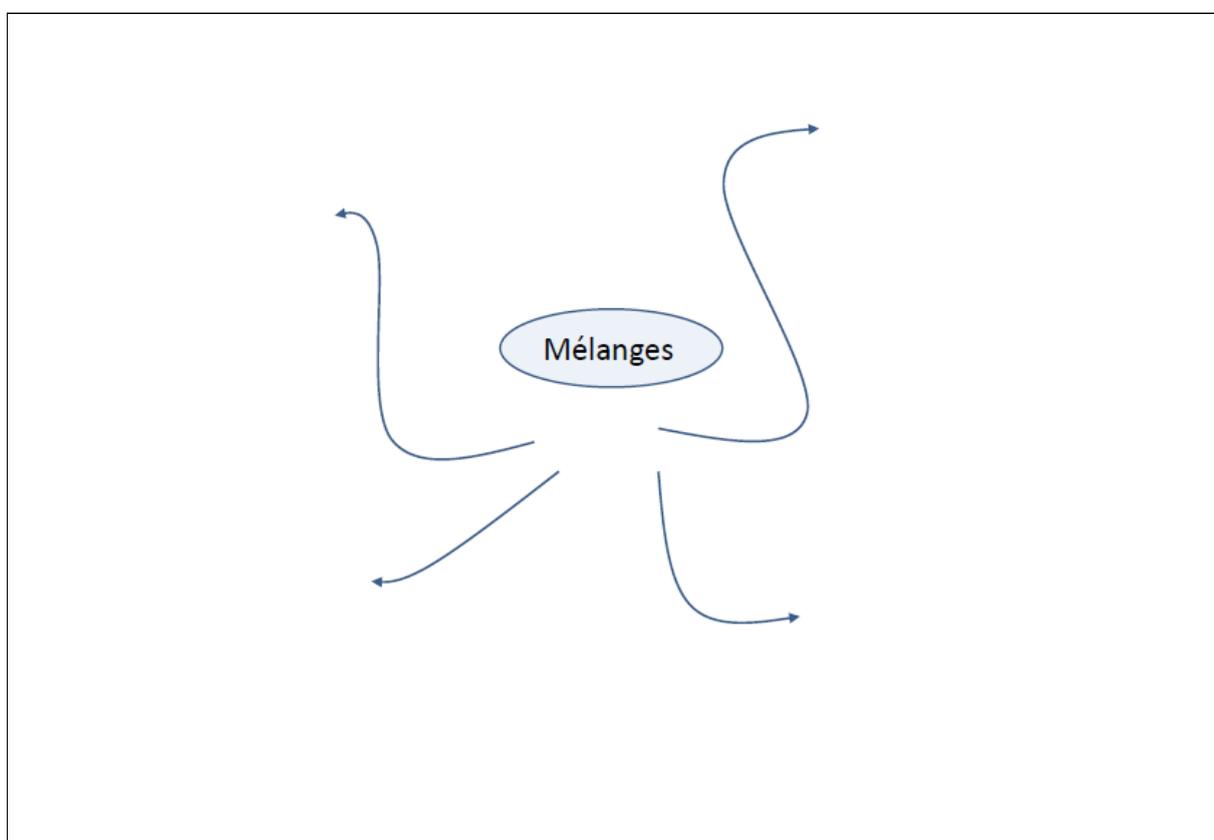


Figure 2 : Structure de carte mentale à compléter proposée aux élèves

À l'occasion d'un échange d'idées en classe, les élèves ont réussi à intégrer plusieurs concepts importants à leur carte mentale : la définition d'un mélange, la différence entre mélanges homogène et hétérogène, et des exemples faisant intervenir différents états physiques de la matière au sein des mélanges. Les indications des élèves ont été notées au tableau et tous les élèves d'une même classe ont donc eu le même début de carte mentale en recopiant ce qui avait été noté au tableau. Un exemple de carte mentale partiellement complété à la fin de cette séance est présenté sur la Figure 3.

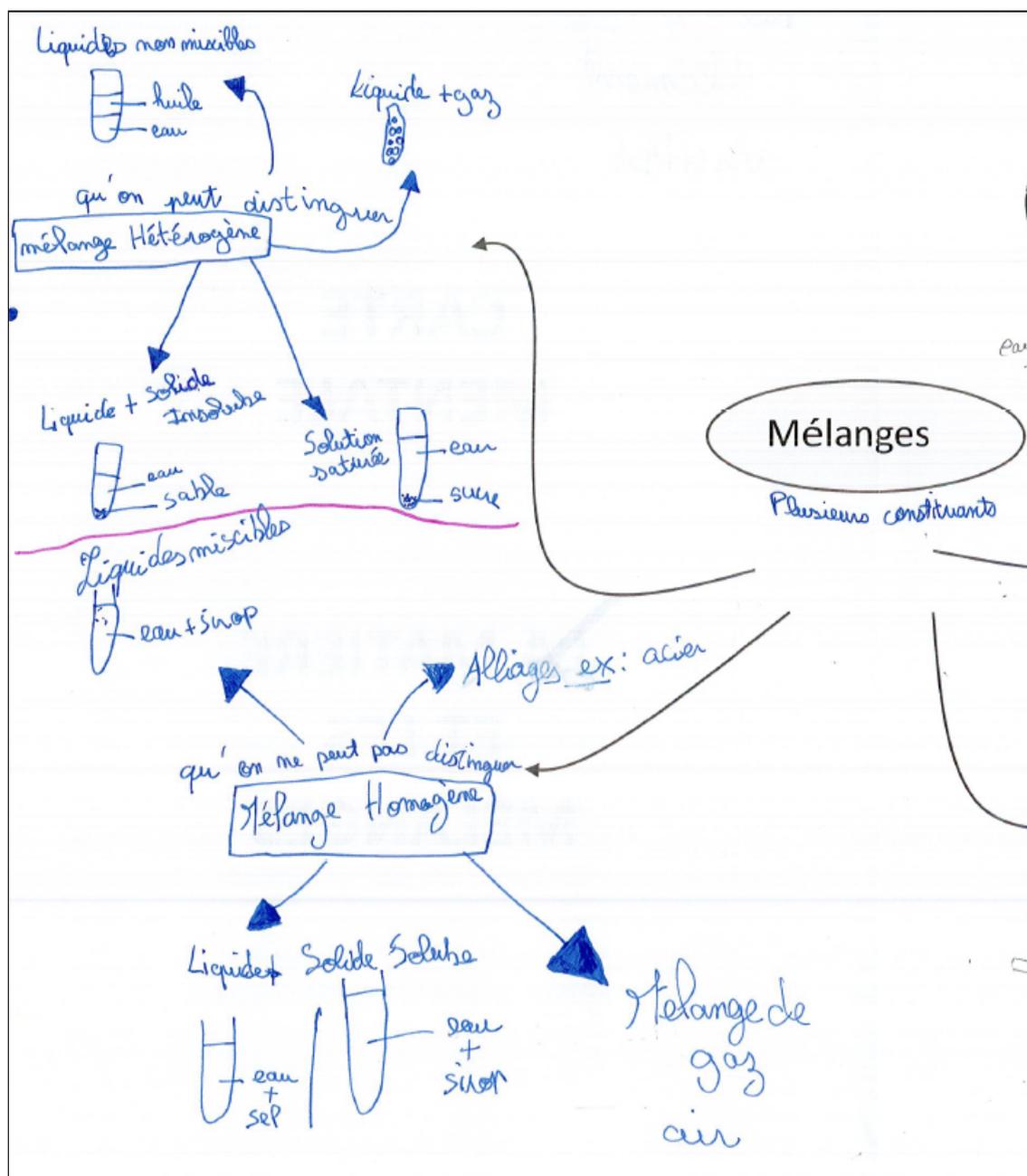


Figure 3 : Exemple de carte mentale partiellement complétée à la fin de la séance de présentation de l'outil carte mentale.

Lors des séances suivantes, les autres points de la séquence sur les mélanges ont été abordés et les élèves ont été informés qu'ils devaient compléter leur carte mentale à la maison pour intégrer tous les concepts vus dans la séquence.

À la fin de la séquence, les élèves ont eu une semaine pour terminer leur carte mentale à la maison.

### c. Retour individualisé sur les cartes mentales des élèves

Une fois que toutes les cartes mentales ont été complétées à la maison par chaque élève, elles sont ramassées par la professeure. Elles sont ensuite rendues la semaine suivante aux élèves avec des commentaires sur ce qui a été réussi et ce qui est à reprendre.

Au cours de cette séance, une correction est proposée aux élèves en insistant bien sur le fait que cette correction n'est pas forcément meilleure que ce qui a été fait par chacun (voir Figure 4). Elle permet surtout à ceux qui n'ont pas réussi à faire la carte mentale ou à ceux qui n'ont pas compris un des aspects du cours de le reprendre ensemble et de poser des questions.

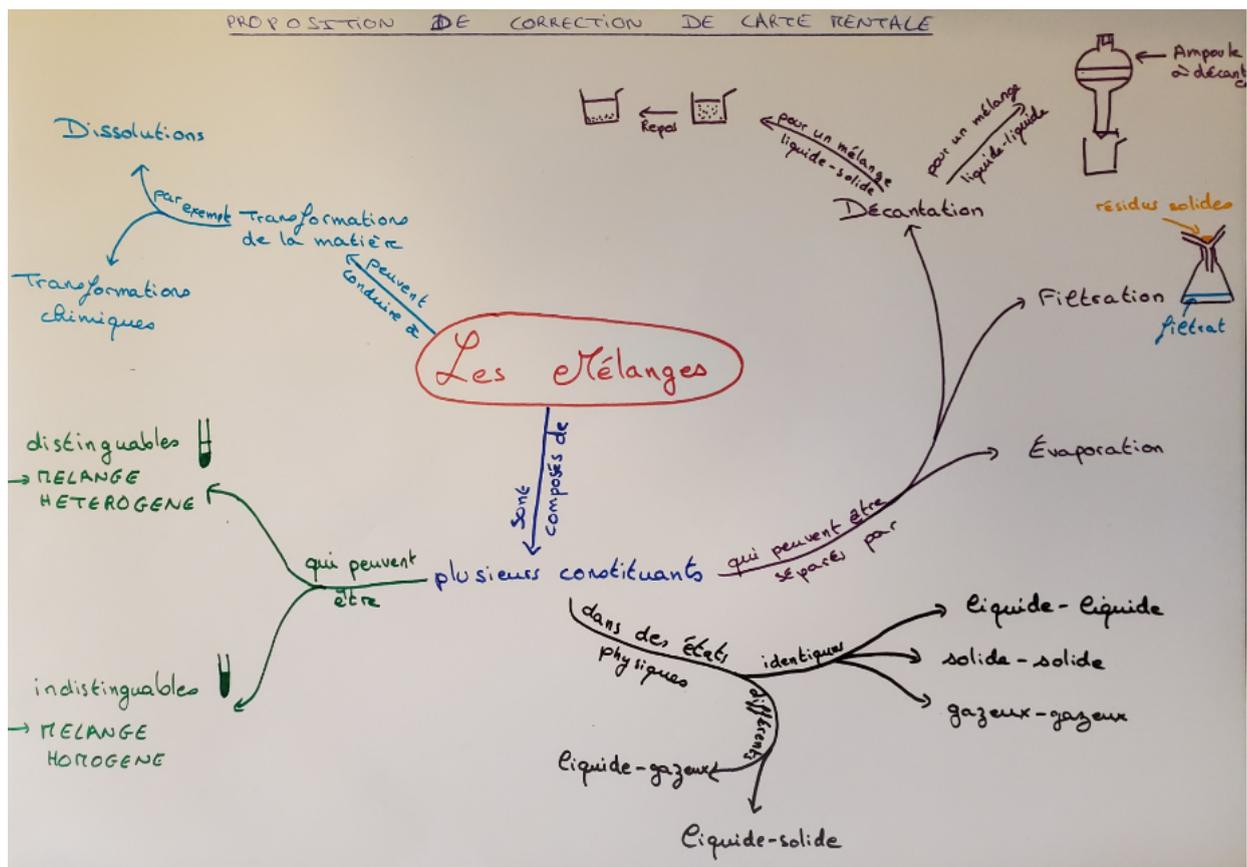


Figure 4 : Proposition de correction de carte mentale distribuée aux élèves.

Les élèves ont ensuite du temps pour reprendre leur carte individuelle avec les retours personnalisés avant l'évaluation sommative. La proposition de correction leur est également distribuée.

### 3. Modalités d'évaluation du dispositif

Afin d'évaluer si l'outil des cartes mentales a eu un aspect bénéfique sur l'apprentissage des élèves au cours de la séquence, nous avons mis en place trois modalités d'évaluation. Une basée sur les cartes mentales produites par les élèves, une basée sur un questionnaire qui analyse leur ressenti, et une sous la forme d'une évaluation sommative à la fin de la séquence sur les mélanges.

#### a. Étude des cartes mentales des élèves

Toutes les cartes mentales des élèves sont ramassées et scannées. Nous les étudions ensuite en détails afin de vérifier :

- si la construction d'une carte mentale a été comprise par les élèves ;
- si les différents mots-clés importants du cours ont été trouvés ;
- si l'élève a bien réussi à organiser ses idées entre elles grâce à des familles bien choisies ;
- si l'élève a utilisé des couleurs pour rendre sa carte mentale plus lisible ;
- si l'élève a utilisé des schémas pour illustrer des concepts ;
- si les liens entre les mots-clés ont été clairement explicités.

Cela nous permettra d'évaluer la capacité des élèves à concevoir une carte mentale.

#### b. Évaluation sommative

L'objectif de la séquence est également de s'assurer que les connaissances et compétences attendues dans le Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale, présentées au paragraphe II.1.b. p, sont acquises par les élèves. Nous effectuons donc une évaluation sommative qui fait appel à ce qui a été vu sur l'ensemble de la séquence. Des exemples d'exercices donnés sont donnés sur la Figure 5 et la Figure 6.

#### **Exercice 1 : Les différents types de mélange**

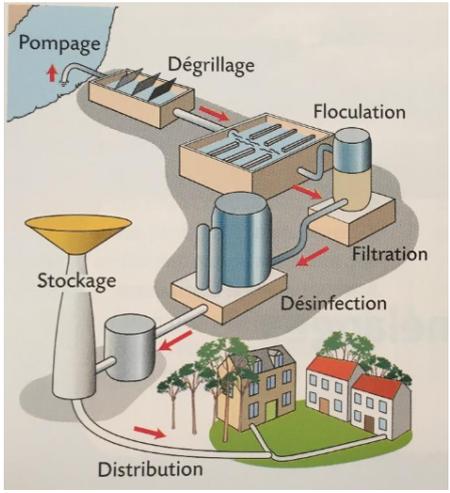
1. Donne la définition d'un mélange
2. Cite un exemple de mélange liquide – solide.
3. Cite un exemple de mélange solide – solide.
4. Cite un exemple de mélange liquide – gaz.
5. Les mélanges suivants sont-ils homogènes ou hétérogènes ?

Mélange	Homogène	Hétérogène
Eau + sable		
Eau + huile		
Pâte à gâteau (sans morceaux)		
Soda pétillant		
Air		
Sirop à l'eau (eau + sirop)		

Figure 5 : Exemple d'exercice pouvant être donné à une évaluation sommative sur les mélanges.

### Exercice 2 : La chaîne de traitement de l'eau

On donne ci-dessous des documents qui présentent le traitement des eaux recueillies par une chaîne de traitement pour en obtenir de l'eau potable.

<p>Schéma de la chaîne de traitement</p> 	<p><b>Pompage</b> : L'eau est puisée dans une rivière ou dans une nappe phréatique</p> <p><b>Dégrillage</b> : L'eau passe à travers des grilles et des tamis qui retiennent les plus gros solides</p> <p><b>Floculation</b> : Les impuretés comme l'argile, trop fines pour être arrêtées par l'étape précédente, se regroupent et forment de petits flocons plus denses que l'eau.</p> <p><b>Filtration</b> : L'eau passe à travers une épaisse couche de sable qui retient des solides restants dans l'eau.</p>
<p>Quelques éléments de vocabulaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Potable : que l'on peut boire</li> <li>- Tamis : filtre</li> </ul>	

1. Dans la nappe phréatique ou dans la rivière, l'eau récupérée est-elle un mélange ? Justifie ta réponse.
2. L'étape n°4 est une filtration, mais il existe une autre étape dans la chaîne de traitement de l'eau qui correspond également à une filtration : laquelle ? Justifie ta réponse.
3. Tu disposes d'une eau boueuse qui contient également du sable et des cailloux.
  - a. Propose un protocole expérimental accompagné d'un **schéma légendé** pour réaliser la décantation de cette eau.

b. Pour améliorer la séparation des constituants, on souhaite en plus réaliser une filtration. Propose un **schéma légendé** de l'expérience.

Figure 6 : Exemple d'exercice pouvant être donné à une évaluation sommative sur les mélanges.

Les notes obtenues aux évaluations sommatives nous permettront de savoir si les concepts ont bien été compris par les élèves. Cependant, il est difficile de faire directement un lien avec les notes obtenues à cette évaluation et l'outil « carte mentale » que les élèves ont utilisé et qui a pu les aider à apprendre leur cours. Nous proposons donc un troisième mode d'évaluation des cartes mentales, basé sur le ressenti des élèves.

### c. Ressenti des élèves

Il nous semble important d'avoir un retour des élèves sur leur utilisation réelle des cartes mentales. En effet, les deux modalités d'évaluation que nous avons présentées précédemment ne tiennent pas compte des situations suivantes :

- certains élèves peuvent avoir aimé cet outil, tout en ayant eu des difficultés à l'utiliser ou à apprendre le cours avec ;
- certains peuvent avoir compris comment utiliser cet outil mais ne pas en saisir l'utilité ;
- certains n'ont tout simplement pas compris comment le construire mais ont tout de même aimé travailler avec ce mode de représentation en révisant avec la proposition de correction distribuée par la professeure ;
- certains n'ont pas aimé cet outil et n'ont pas consacré les efforts nécessaires pour se l'approprier ou ne l'ont pas utilisé pour travailler.

Nous avons donc construit un questionnaire, distribué aux élèves juste après l'évaluation sommative, qui nous permet d'avoir leur avis sur les cartes mentales. Voici quelques questions que nous leur avons posées :

- Avez-vous pris du plaisir à faire votre carte mentale ?
- Avez-vous eu l'impression de mieux apprendre votre cours avec la carte mentale ?
- Vous sentez-vous capable de refaire une carte mentale ?
- Avez-vous utilisé une carte mentale pour réviser le contrôle ?
- Avez-vous trouvé que la carte mentale était utile pour réussir le contrôle ?

Le questionnaire complet est disponible dans l'Annexe B, p.47 de ce rapport.

### III. Résultats obtenus et analyse

#### 1. Cartes mentales produites par des élèves

##### a. Des exemples de cartes mentales qui fonctionnent

Parmi les cartes mentales rendues par les élèves, quelques-unes se sont révélées de très bonne qualité. Elles démontrent que quelques élèves ont su s'approprier très rapidement ce nouveau formalisme de présentation des informations. La Figure 7 et la Figure 8 présentent deux exemples de ce type. Les notions ajoutées à la carte mentale débutée en classe sont présentées de manière succincte mais très claire. Les liens entre les notions ont été correctement explicités. Enfin, un code couleur a été adopté par l'élève et certaines notions sont accompagnées de dessins fournissant un support visuel au mot-clé associé.

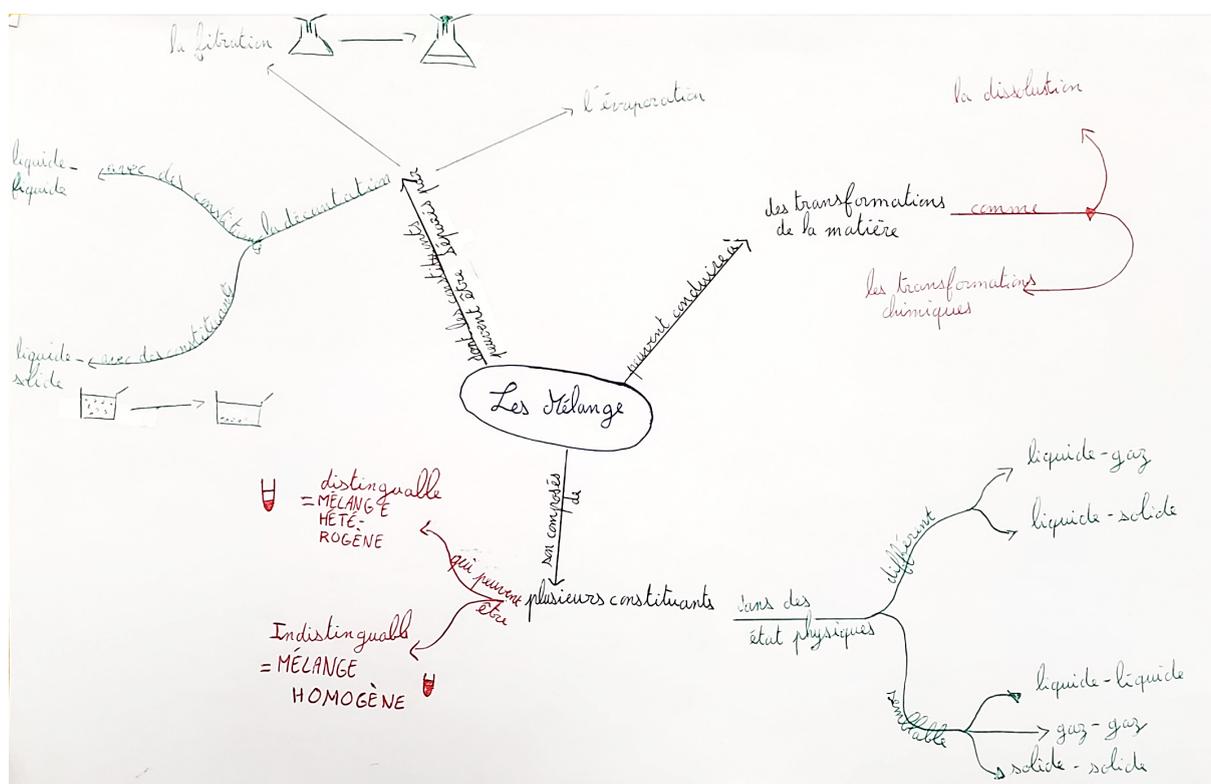


Figure 7 : Exemple de carte mentale réussie.

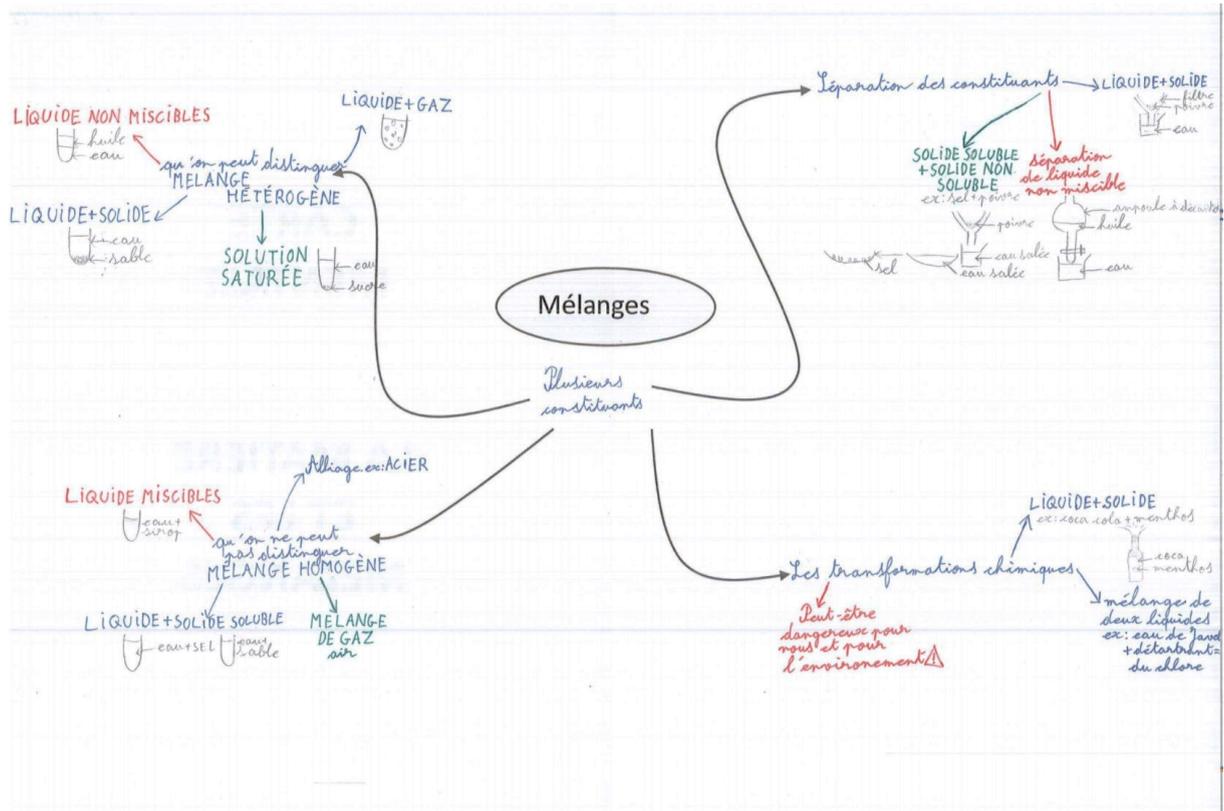


Figure 8 : Exemple de carte mentale réussie.

Parmi les cartes mentales très réussies que nous avons pu récupérer, certaines respectent les quatre caractéristiques essentielles des cartes mentales (cf I. 2. a. p) mais pourraient encore être améliorées en veillant à tirer profit de l'ensemble des quatre formes de langage que permet d'employer les cartes mentales : non seulement les mots et le contexte, mais aussi les images (Figure 9 et Figure 10) et les couleurs (Figure 11 et Figure 12).

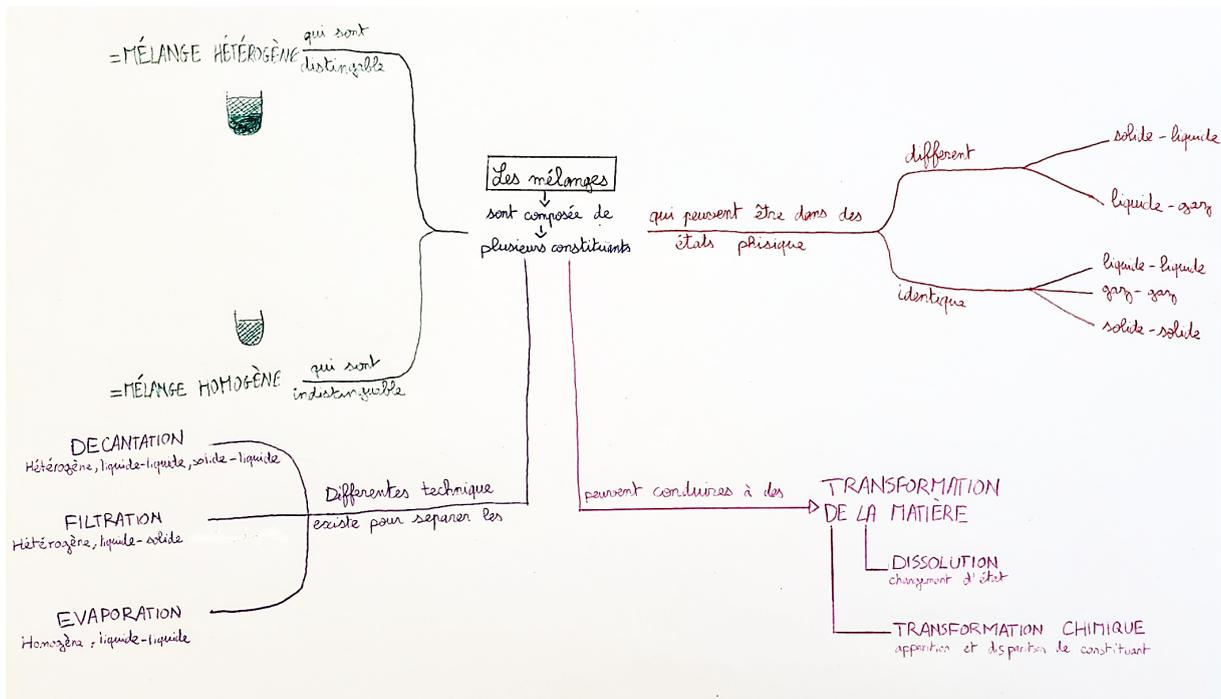


Figure 9 : Exemple de carte mentale réussie pour laquelle il manque quelques schémas.

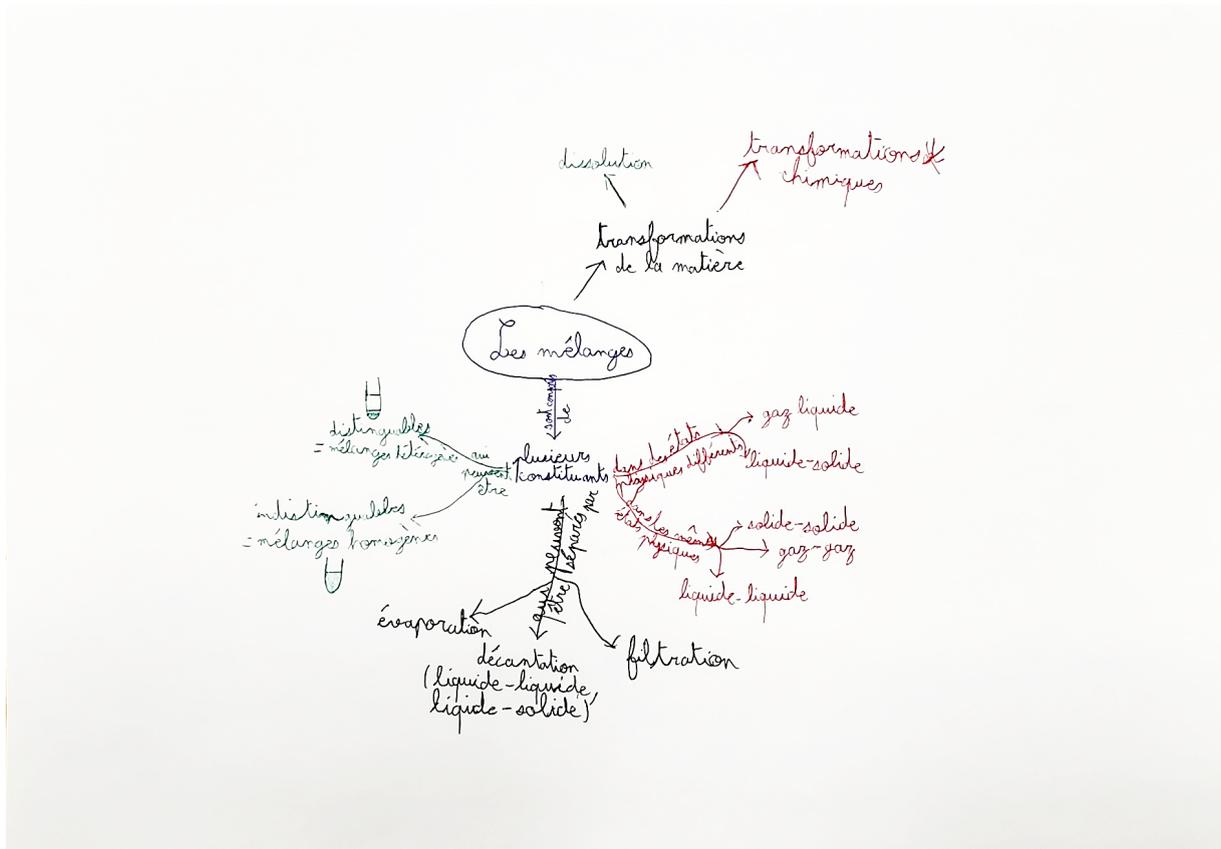


Figure 10 : Exemple de carte mentale réussie pour laquelle il manque quelques schémas.

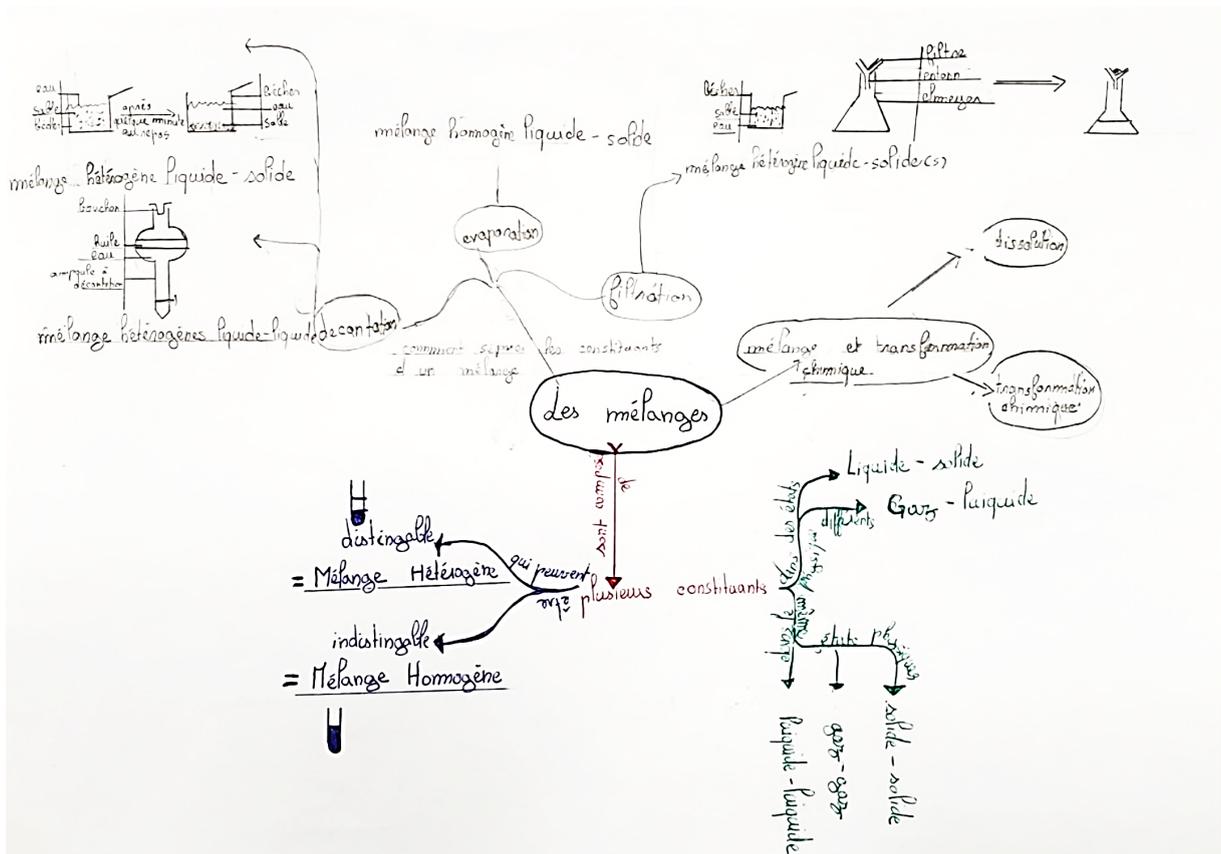


Figure 11 : Exemple de carte mentale réussie pour laquelle plus de couleurs auraient pu être utilisées.

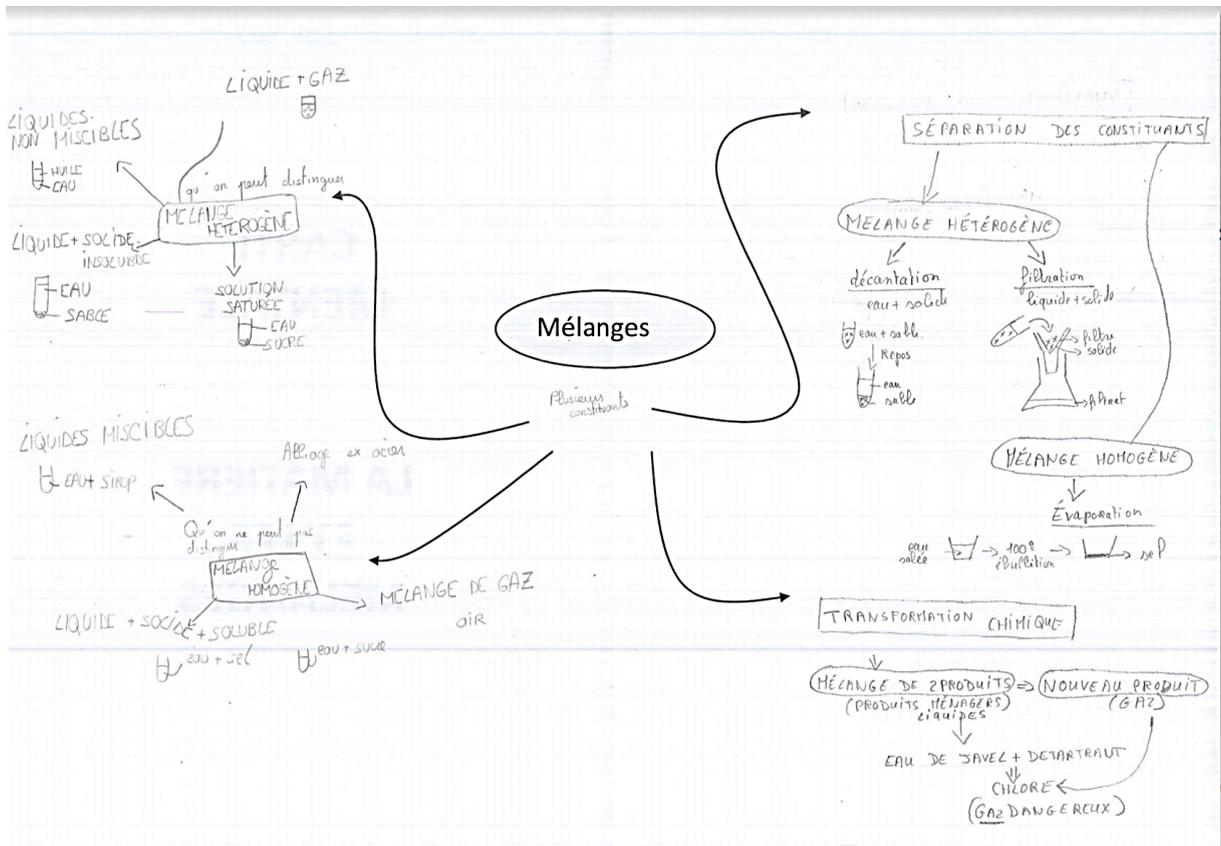


Figure 12 : Exemple de carte mentale réussie pour laquelle plus de couleurs auraient pu être utilisées.

## b. Des exemples de cartes mentales avec quelques dysfonctionnements

Les cartes mentales très réussies présentées précédemment représentent néanmoins qu'une part minoritaire des cartes mentales récupérées (~ 9%). La majorité des cartes mentales récupérées (~ 68%) mettent en évidence les difficultés rencontrées par les élèves pour appliquer seuls les recommandations données lors de l'élaboration de la première partie de la carte mentale.

D'une part, malgré les mots-clés proposés par les professeures lors de l'énoncé du travail à faire, certains élèves ont essayé d'introduire d'autres notions à leur carte mentale. Or le lien logique reliant ces notions au concept central n'est pas clairement défini par l'élève et semble parfois mettre en évidence une association incorrecte de notions. Par exemple, la carte mentale de la Figure 13 semble montrer que l'élève associe, à tort, le fait qu'un mélange soit composé de plusieurs constituants à la possibilité d'un changement d'état physique de la matière.

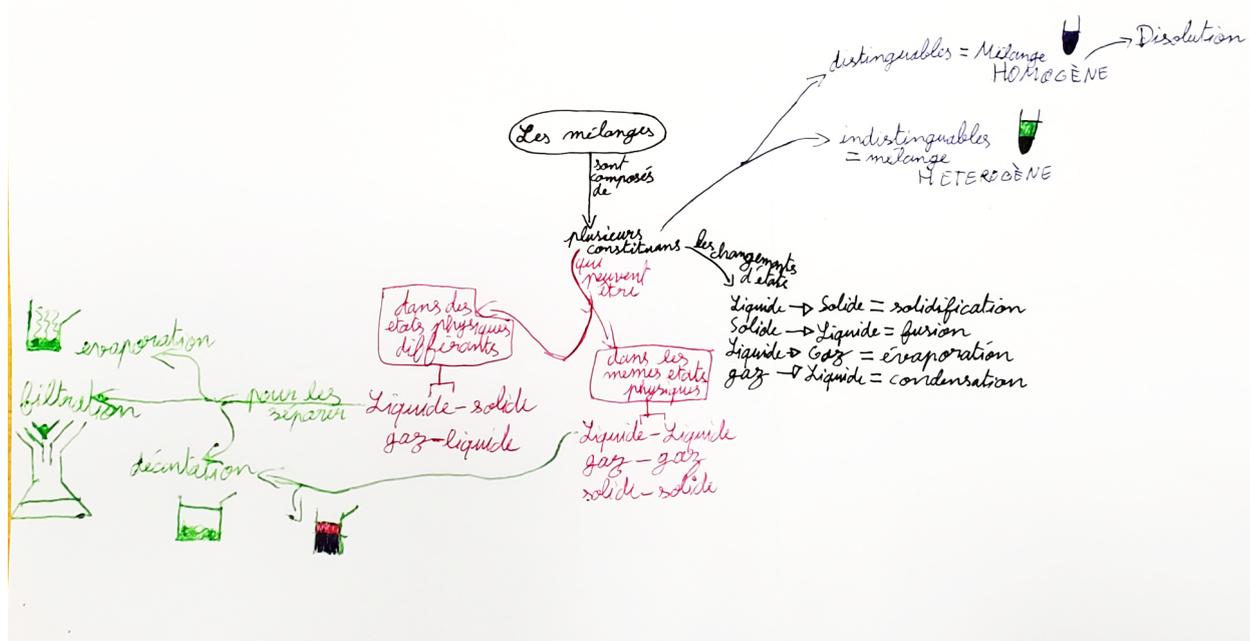


Figure 13 : Exemple de carte mentale pour laquelle la détermination des notions clés a constitué une difficulté.

Par ailleurs, certains élèves ont eu de grosses difficultés à se détacher du langage écrit. Dans les exemples présentés Figure 14 et Figure 15 les élèves n'ont pas réussi à se limiter à l'utilisation de mots-clés. Ils n'ont pas réussi à synthétiser suffisamment les éléments du cours et ont ressenti le besoin d'écrire des phrases ou des définitions pour ne pas « perdre » une information potentiellement importante.

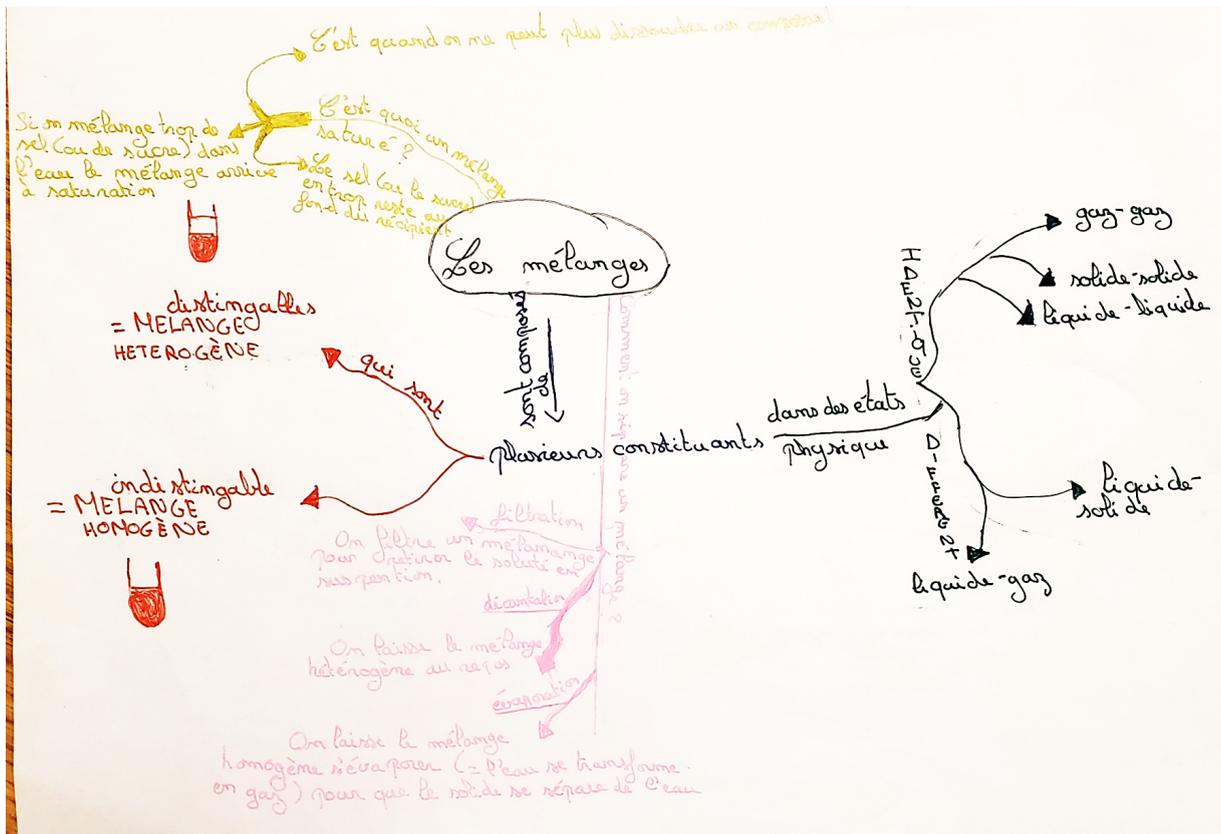


Figure 14 : Exemple de cartes mentales qui contiennent trop de phrases.

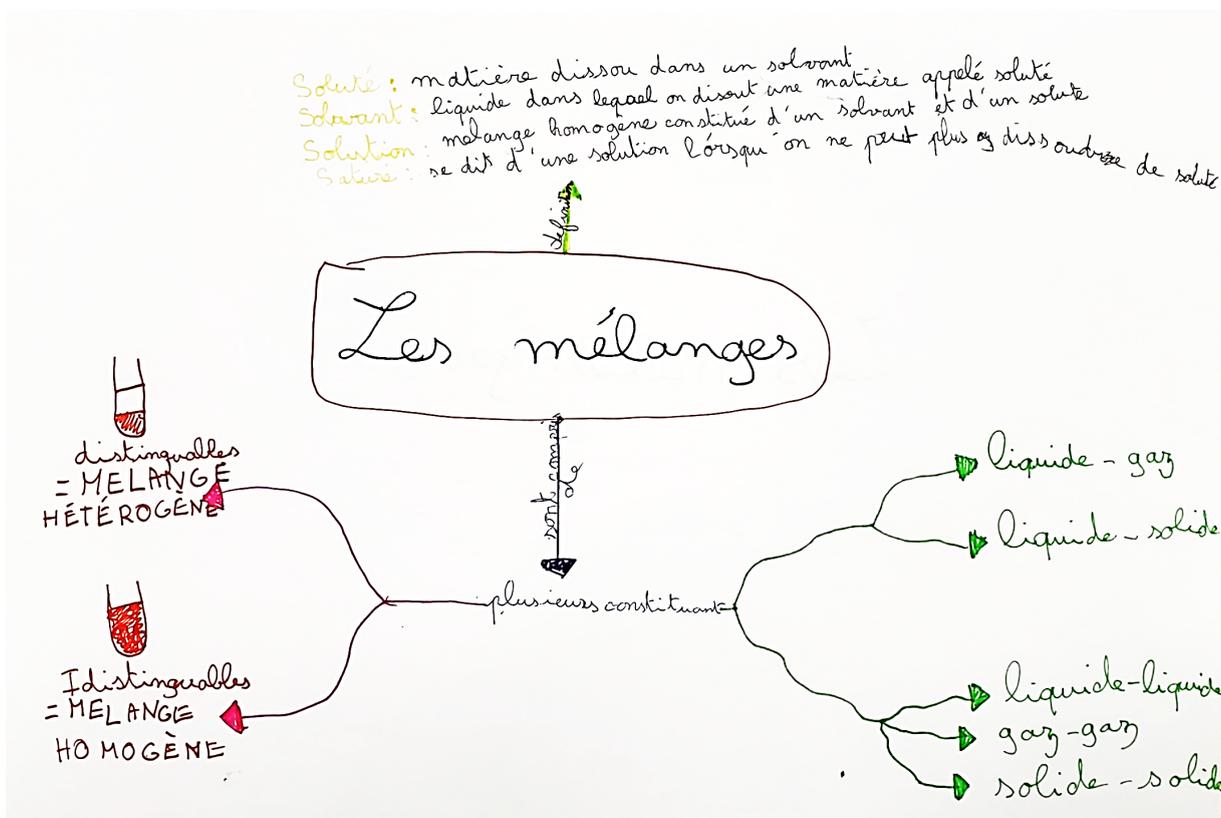


Figure 15 : Exemple de cartes mentales qui contiennent trop de phrases.

D'autre part, les élèves ayant utilisé les mots-clés proposés par les professeurs ont souvent eu des difficultés à les associer en sous-familles. Par exemple, sur la carte mentale présentée sur la Figure 16 on constate que l'élève a mis dans une même sous-famille les techniques de séparation (filtration, décantation, évaporation) et les transformations de la matière. Or, si effectivement certaines transformations de la matière, comme la vaporisation par évaporation, peuvent être exploitées pour séparer les constituants d'un mélange, ce n'est pas le cas de toutes les transformations physiques et chimiques.

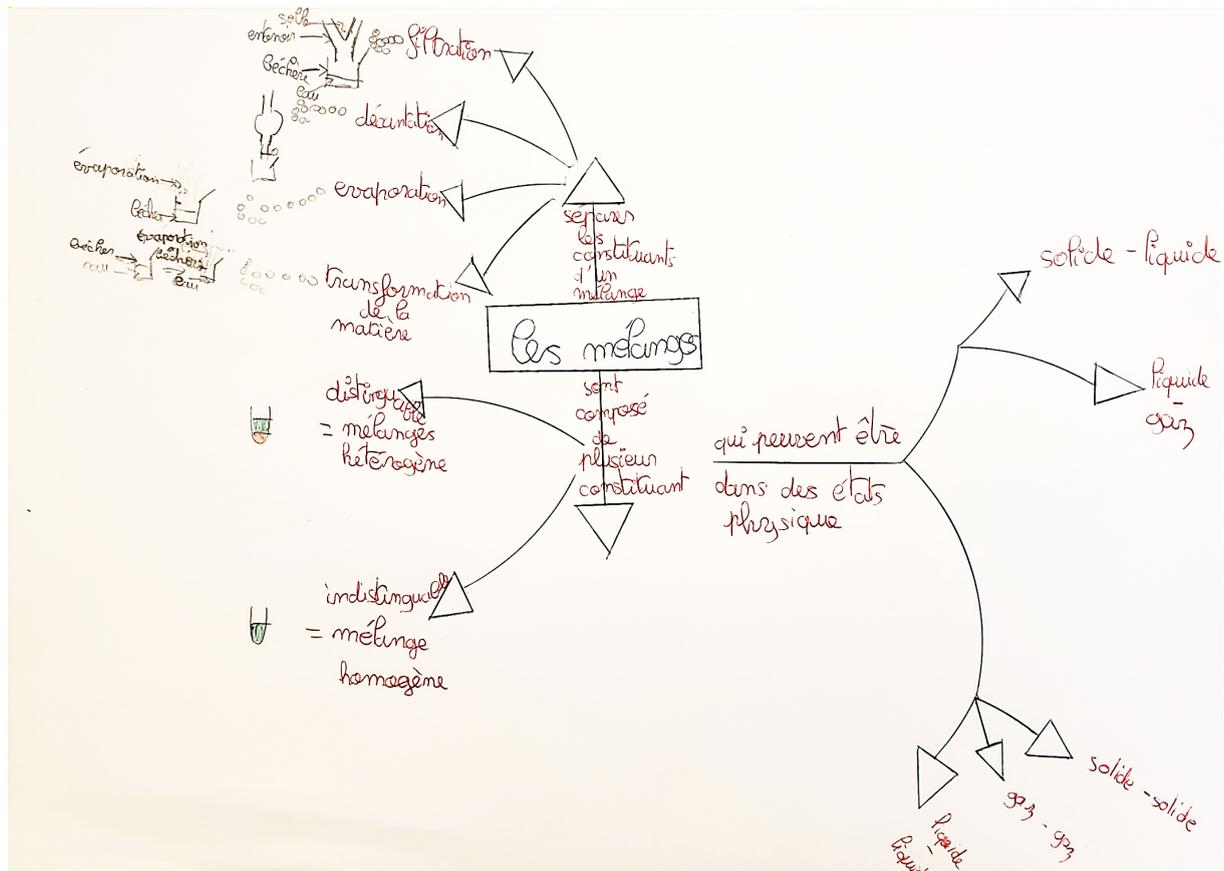
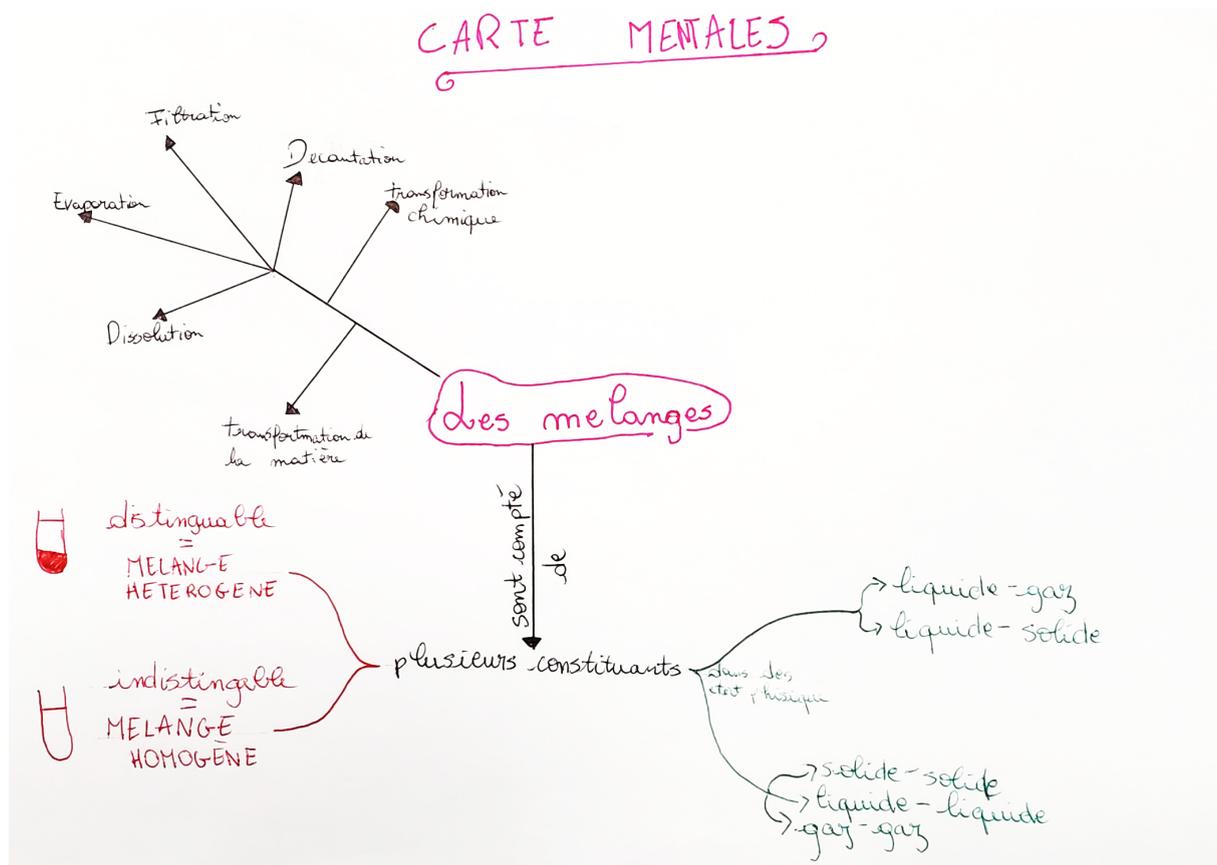


Figure 16 : Exemple de carte mentale pour laquelle on constate une difficulté à créer des sous-familles logiques de mots-clés.

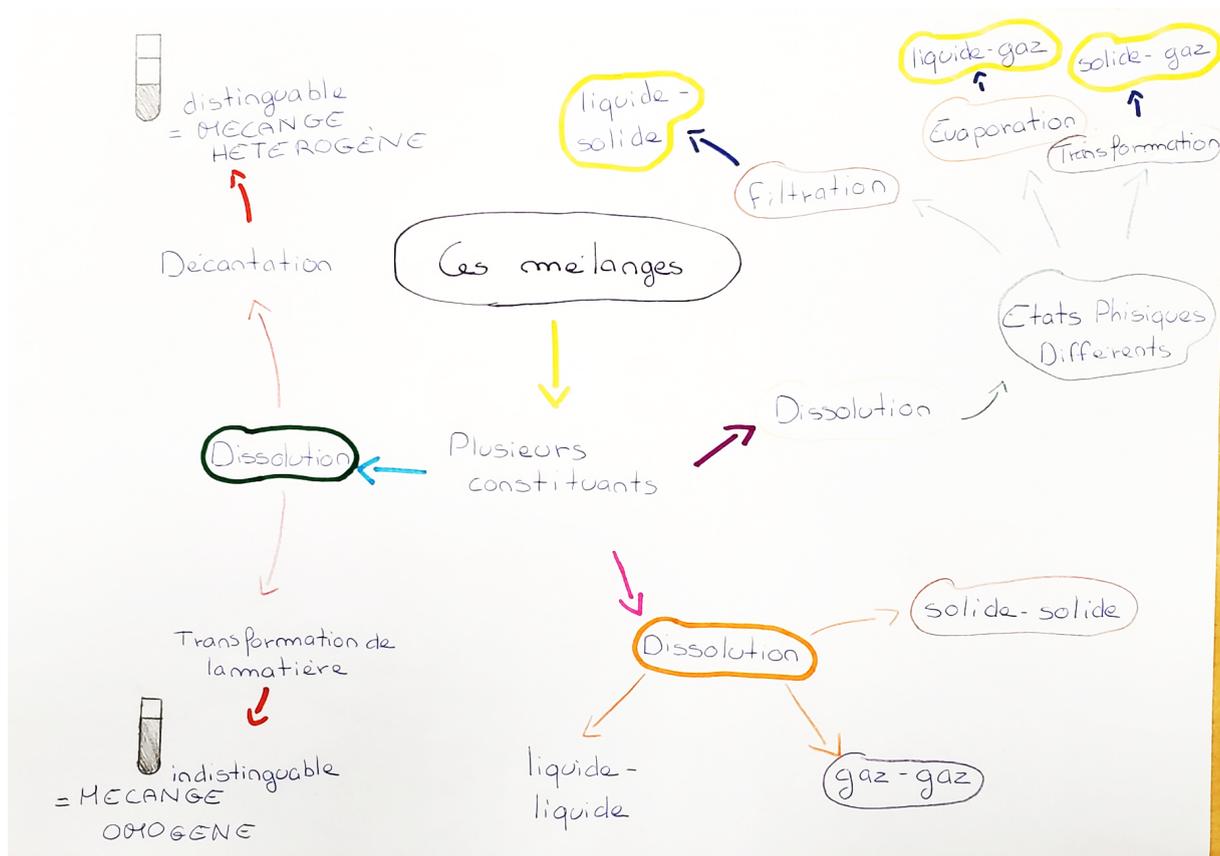
De façon similaire, dans la carte mentale de la Figure 17, on peut se demander pourquoi avoir mis sur une même branche, donc dans une même sous-famille, les techniques de séparation (« évaporation », « filtration », « décantation ») et les « transformations de la matière », « transformation chimique » et « dissolution ». L'élève ne s'est pas a priori pas demandé quel était le lien commun de tous ces termes avec la notion centrale à laquelle ils sont reliés, à savoir « les mélanges ».



**Figure 17 : Exemple de carte mentale pour laquelle on constate une difficulté à créer des sous-familles logiques de mots-clés, et dans laquelle les liens logiques entre les mots clés ajoutés ne sont pas clairement explicités.**

Un autre exemple, proposé sur la Figure 18, contient plusieurs sous-familles qui semblent manquer de logique. Par exemple, l'élève associe les transformations de la matière à des mélanges homogènes. Or un mélange hétérogène peut par exemple conduire à des transformations de la matière donc pourquoi associer « transformation de la matière » exclusivement à « mélange homogène » ?

Un autre exemple d'association inadaptée est visible en haut à droite de cette carte mentale : il n'est pas nécessaire qu'un solide et un gaz soient présents pour qu'une transformation ait lieu ; une transformation ne va pas non plus nécessairement conduire à la formation d'un solide et d'un gaz. En outre, on constate que l'élève a fait apparaître le terme « Dissolution » dans toutes les branches provenant de la notion « Plusieurs constituants » comme s'il pensait qu'un processus de dissolution est toujours à l'œuvre lorsqu'on fait un mélange de plusieurs constituants.



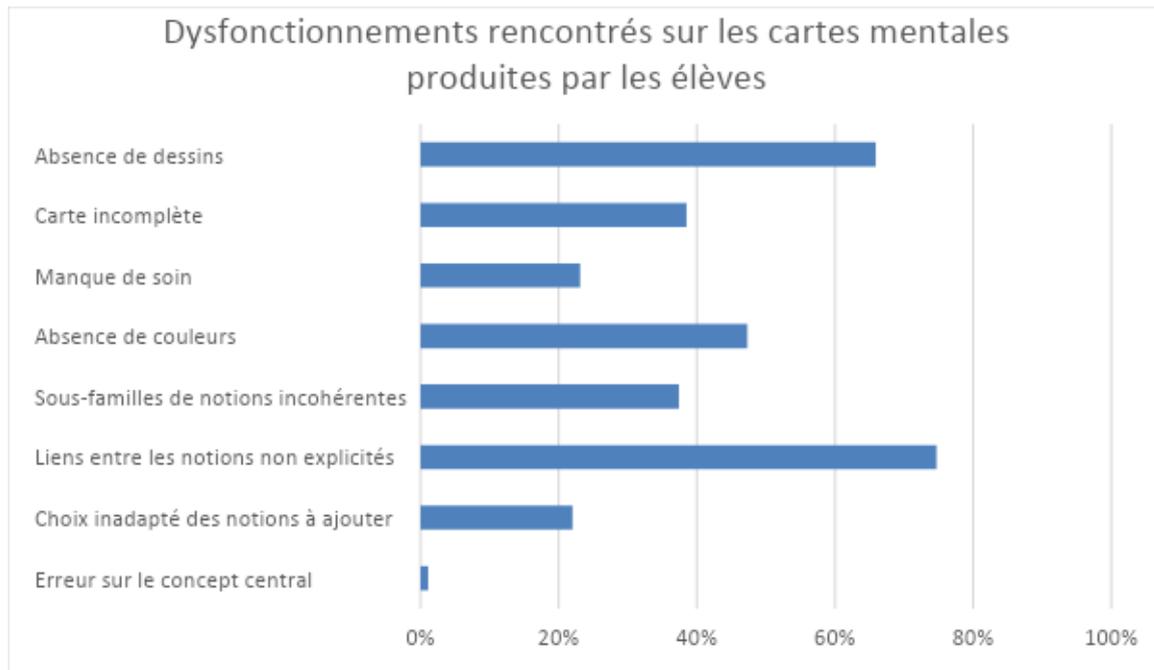
**Figure 18 : Exemple de carte mentale pour laquelle on constate une difficulté à créer des sous-familles logiques de mots-clés, et dans laquelle les liens logiques entre les mots clés ajoutés ne sont pas clairement explicités.**

En outre, dans les deux exemples précédents de cartes mentales (Figure 17 et Figure 18) il est d'autant plus difficile de comprendre les raisonnements sous-jacents aux choix des sous-familles de notions effectués par l'élève que les liens entre les notions ne sont pas explicités. L'absence de liens entre les notions gêne la lecture non seulement pour une personne extérieure, mais on peut supposer que cela gêne également la relecture de l'élève ayant construit la carte mentale considérée.

Enfin, comme pour les cartes mentales très réussies (cf III.1.a.p), aux dysfonctionnements préalablement identifiés (notions ajoutées peu pertinentes, sous-familles de notions inadaptées et liens entre les notions non explicités, trop de texte) s'ajoute très souvent l'absence du langage des couleurs et/ou de celui des dessins dans les productions des élèves (Figure 14, Figure 15, Figure 17 et Figure 18).

### c. Bilan

Sur les 91 cartes mentales que nous avons récupérées, 23% n'ont pas été faites sérieusement par les élèves, 9% ont été très bien réussies et 68 % présentent quelques dysfonctionnements malgré les efforts fournis par les élèves. Le graphique de la Figure 19 présente le pourcentage de récurrence des différents types de dysfonctionnements constatés dans les cartes mentales produites.



**Figure 19 : Pourcentage de récurrence des différents types de dysfonctionnements constatés dans les cartes mentales élaborées par les élèves du groupe test.**

Au regard de ce graphique, la difficulté principalement rencontrée par les élèves a été d'établir des liens clairs entre les notions sélectionnées (72 % des cartes mentales produites). Associée à la difficulté récurrente d'établir des sous-familles de notions cohérentes (37 % des cartes mentales produites), cela traduit la difficulté des élèves de 6<sup>ème</sup> à s'approprier le langage du contexte. On constate ici que malgré le fait d'avoir assisté au cours, d'avoir participé aux activités permettant d'établir les connaissances propres à ce chapitre, et d'avoir une trace écrite linéaire de ce cours, les élèves ont, à la fin du chapitre, de grosses difficultés à établir des liens logiques entre les différentes notions qu'ils ont découvertes. Ils ne parviennent pas à avoir une vision globale claire des relations entre les notions abordées.

Les deux autres difficultés les plus récurrentes montrent que les élèves ne tirent pas spontanément profit des possibilités offertes par l'utilisation du langage des dessins (66 % des cartes mentales produites) et de celui des couleurs (47 % des cartes mentales produites) dans les cartes mentales. L'apprentissage est ainsi privé d'une partie des compétences cognitives de leur cerveau : la mémoire sensorielle est moins stimulée ; et l'élève effectue moins de types

de codage de l'information différents ce qui amoindrit leur capacité à passer de la mémoire épisodique à la mémoire sémantique. Cette observation met en évidence que les élèves de 6<sup>ème</sup> sont déjà conditionnés à utiliser presque exclusivement le langage des mots pour le stockage et la transmission d'informations.

Bien que moins courantes, notamment du fait de consignes particulièrement précises des professeures sur ce point, les difficultés à cerner les notions clés de manière claire et complète sont partagées par un nombre conséquent d'élève : 1 % d'entre eux se sont trompés sur le concept central de la carte mentale ; 22 % ont choisi des notions clés peu adaptées ; et 38 % d'entre eux n'ont pas fait apparaître toutes les notions clés associées à ce chapitre sur leur carte mentale. Étant donné les consignes précises données pour cet exercice, ces chiffres traduisent effectivement une difficulté à déterminer les notions clés du chapitre mais associée soit à un manque de concentration lors de l'énoncé des consignes, soit à une mauvaise compréhension de ces consignes. En effet, les élèves n'avaient pas, en théorie, à déterminer seuls les notions-clés à ajouter puisque celles-ci leur étaient fournies par les professeures. On peut donc supposer que si les professeures n'avaient pas fourni les notions-clés aux élèves, le pourcentage d'entre eux qui auraient rencontré des difficultés à les déterminer aurait été encore plus important.

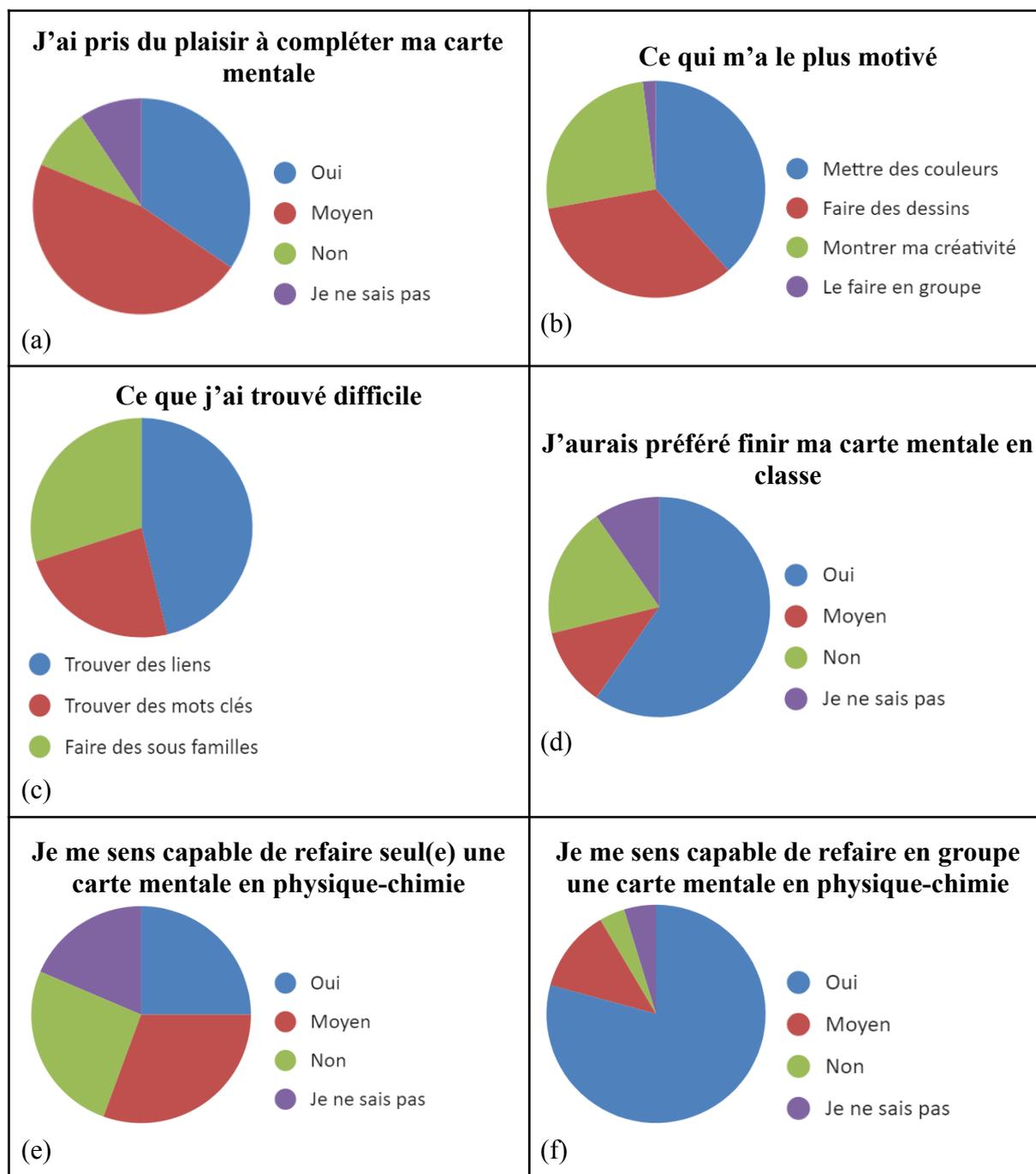
## **2. Ressenti des élèves**

### **a. Construction d'une carte mentale**

D'après les questionnaires remplis par les élèves du groupe test à l'issue de l'évaluation écrite, la réalisation d'une carte mentale sur ce chapitre les a majoritairement laissés indifférent (47 %) ou leur a fait plaisir (35 %) (Figure 20 (a)). Les principales sources de motivations pour les élèves par ordre décroissant sont : le fait de pouvoir mettre des couleurs (39 %), de faire des dessins (34 %), et de pouvoir montrer sa créativité (26 %) (Figure 20 (b)). La liberté de formats d'expression offerte par les cartes mentales pourrait ainsi permettre d'augmenter la motivation intrinsèque des élèves et ainsi d'améliorer leur capacité de mémorisation des sujets étudiés avec cet outil.

Néanmoins, la prise en main de ce nouvel outil d'apprentissage peut s'avérer délicate. Globalement, les élèves sont conscients des difficultés qu'ils ont rencontrées (Figure 20 (c)). En effet, de manière similaire à ce que nous avons pu constater par l'étude des cartes mentales produites, on retrouve majoritairement la difficulté à déterminer les liens entre les notions (46 %), puis la difficulté à former des sous-familles de notions (30 %), et enfin la difficulté à trouver les mots clés associés à la notion centrale (24 %).

Il en résulte que 60 % des élèves aurait préféré finir la carte mentale en classe contre 19 % qui ont préféré la finir à la maison (Figure 20 (d)). En outre, si très peu d'élèves se sentent capables de refaire seul une carte mentale sur un autre chapitre de physique-chimie (25 %) ou dans une autre matière (36 %), la majorité d'entre eux pensent qu'ils en seraient capables s'ils pouvaient le faire en groupe, que ce soit en physique-chimie (79 %) ou dans une autre matière (73 %) (Figure 20 (e), (f), (g) et (h)).



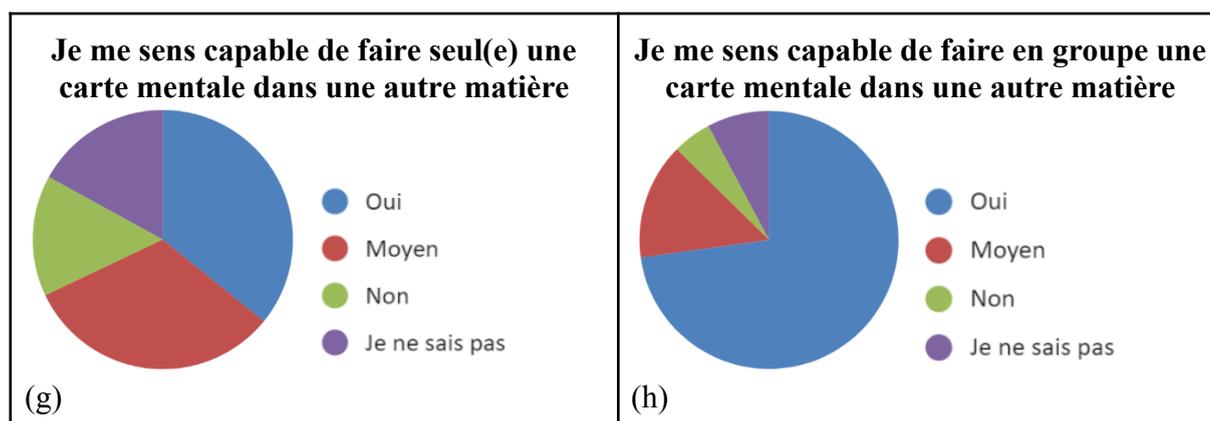


Figure 20 : Diagrammes par secteurs représentant les ressentis des élèves sur les questions traitant de la construction en elle-même de la carte mentale.

## b. Utilité d'une carte mentale

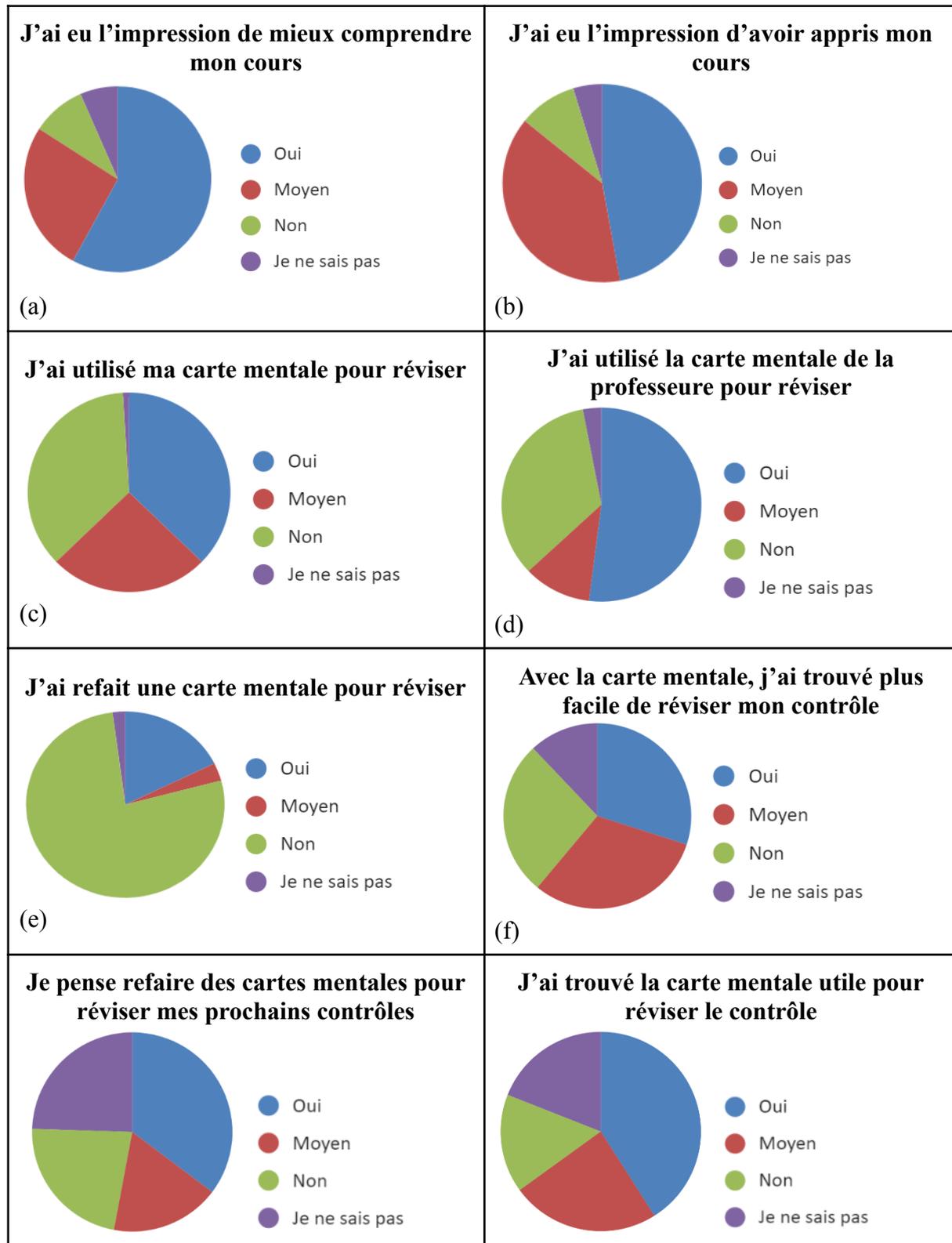
D'après les réponses données au questionnaire, les élèves sont majoritairement conscients de l'intérêt que peut comporter l'utilisation des cartes mentales pour mieux comprendre leur cours (58 %) et/ou mieux l'apprendre (47 %) (Figure 21 (a) et (b)). Seulement 9 % n'ont pas eu l'impression de mieux comprendre ou apprendre leur cours grâce aux cartes mentales (Figure 21 (a) et (b)). Néanmoins, un pourcentage conséquent d'élèves n'a pas du tout utilisé sa carte mentale (36 %) ou la carte mentale proposée par la professeure (34 %) pour se préparer à l'évaluation écrite (Figure 21 (c) et (d)).

Parmi les élèves qui ont utilisé leur propre carte mentale mais de manière modérée, un certain nombre a par contre utilisé la carte mentale de la professeure. Ainsi le pourcentage d'élève ayant répondu « moyen » est passé de 26 % pour « J'ai utilisé ma carte mentale pour réviser » à seulement 11 % pour « j'ai utilisé la carte mentale de la professeure pour réviser » au profit des réponses « oui » qui sont passées respectivement de 37 % à 52 % (Figure 21 (c) et (d)).

Ainsi, la majorité des élèves a utilisé une carte mentale pour réviser, que ce soit la leur ou celle proposée par la professeure. Ils ont ainsi pu réviser leur cours non seulement grâce à leurs notes écrites, semblables à celles des groupes témoins, mais également grâce au support des cartes mentales. Il est particulièrement frappant que 18 % des élèves ont pris l'initiative de refaire eux-mêmes une carte mentale pour réviser alors que cela n'avait été suggéré par aucune des deux professeures (Figure 21 (e)).

Finalement, il y a à peu près autant d'élèves qui ont trouvé plus facile de réviser leur contrôle avec la carte mentale (30 %) que d'élèves qui n'ont pas trouvé que cela ait facilité leurs révisions (27 %) (Figure 21 (f)). En revanche, 41 % des élèves pensent que la carte mentale leur a été utile pour réviser le contrôle, 24 % pensent que son utilité pour réviser le

contrôle est modérée, et seulement 16 % pensent qu'elle ne leur a pas du tout été utile pour réviser le contrôle (Figure 21 (h)). Ainsi la carte mentale ne faciliterait pas nécessairement les révisions mais serait quand même pour la majorité des élèves un outil utile, ou au moins modérément utile, pour se préparer à l'évaluation. Il en résulte que 35 % des élèves se disent prêts à refaire des cartes mentales pour réviser leurs prochains contrôles (Figure 21 (g)).



(g)	(h)
-----	-----

**Figure 21 : Diagrammes par secteurs représentant les ressentis des élèves sur l'utilité de la carte mentale pour l'apprentissage de leur cours.**

### **c. Bilan**

Il résulte de ces questionnaires distribués aux élèves des groupes tests que malgré les difficultés rencontrées pour s'approprier ce nouvel outil (trouver des liens, faire des sous-familles, choisir des mots-clés), une majorité d'élèves a trouvé l'exercice plaisant ou du moins pas désagréable à réaliser. Cela peut s'expliquer notamment par la motivation qu'ils ont trouvée dans la possibilité de personnaliser leur carte mentale avec des couleurs et des dessins.

En outre, à l'issue de ce chapitre la majorité des élèves a conscience que les cartes mentales constituent un outil d'apprentissage supplémentaire, utile pour réviser leur cours. Ainsi 35 % se disent prêt à refaire des cartes mentales pour réviser leurs prochains contrôles, et 18 % ont d'ores et déjà refait eux-mêmes une carte mentale lors de leurs révisions en prévision de l'évaluation écrite sur ce chapitre sur les mélanges.

## **3. Résultats de l'évaluation sommative**

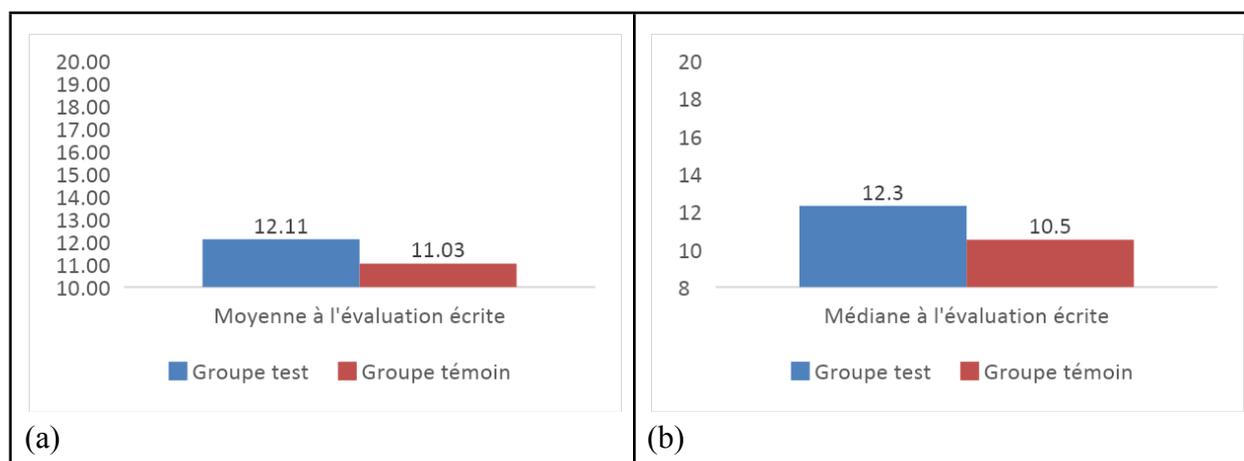
Nous avons comparé les résultats obtenus par le groupe test ayant utilisé les cartes mentales et le groupe témoin n'ayant pas utilisé cet outil, à l'évaluation écrite sommative de ce chapitre sur les mélanges. Le traitement de ces données a été réalisé en tenant compte d'une part de l'ensemble des notes obtenues par les élèves ayant utilisé l'outil carte mentale (groupe test), et d'autre part de l'ensemble des notes obtenues par les élèves n'ayant pas utilisé cet outil (groupe témoin), tous les sous-groupes classes des deux établissements scolaires confondus. Nous avons fait ce choix afin de nous affranchir de la variabilité intrinsèque à l'étude d'échantillons statistiques trop petits. En effet, les sous-groupes classes ne comptent que 16 à 22 élèves et présentent de fortes hétérogénéités d'un sous-groupe à l'autre : dynamique studieuse ou très dispersée du sous-groupe, sous-groupe comportant une majorité d'élève d'un excellent niveau ou au contraire comportant une majorité d'élève en grosses difficultés scolaires par exemple. En considérant l'ensemble des sous-groupes test d'une part (114 élèves) et l'ensemble des sous-groupes témoins d'autre part (57 élèves) ces différences sont moins marquées.

D'après les données renseignées dans le Tableau 1 et la Figure 22 (a), les résultats obtenus dans le groupe test sont en moyenne légèrement supérieurs aux résultats obtenus dans le groupe témoin. En effet, la moyenne du groupe test (12,1/20) est de 1,1 point supérieur à celle du groupe témoin (11,0/20).

La médiane traduit un écart encore plus grand entre ces deux groupes au profit du groupe test puisque la médiane du groupe test (12,3/20) est 1,8 point supérieure à celle du groupe témoin (10,5/20) (Tableau 1 et la Figure 22(b)). Le test statistique de Wilcoxon-Mann-Whitney mené sur ces deux groupes de données (test et témoin) nous permet d'affirmer avec une certitude de 86 % que la différence entre la médiane du groupe test et celle du groupe témoin est significative ( $p$ -value = 0,1419). L'effet positif de l'utilisation des cartes mentales est ainsi mis en évidence par la comparaison des médianes des deux groupes.

**Tableau 1 : Moyenne et médiane des notes obtenues à l'évaluation écrite de fin de chapitre par les élèves du groupe test ou du groupe témoin.**

Moyenne groupe test	12,1		Moyenne groupe témoin	11,0
Médiane groupe test	12,3		Médiane groupe témoin	10,5



**Figure 22 : Histogrammes représentant la moyenne (a) et la médiane (b) des notes obtenues à l'évaluation écrite de fin de chapitre par les élèves du groupe test ou du groupe témoin.**

En outre, la réalisation de diagrammes dits en « boîtes à moustache » sur ces deux groupes de données (Figure 23) permet de mettre en évidence que les 50% de notes encadrant la médiane (25% des notes immédiatement inférieures et 25% des notes immédiatement supérieures) sont réparties sur une plage beaucoup plus étendue dans le cas du groupe témoin (entre 7,25 et 16,00) que dans le cas du groupe test (entre 9,12 et 15,00). Ainsi le groupe test, c'est-à-dire le groupe des élèves ayant utilisé l'outil carte mentale, conduirait non seulement à une médiane plus élevée mais également à une contribution à 50 % plus élevée à l'évaluation écrite. Cela traduirait donc un effet positif de l'utilisation des cartes mentales sur les résultats obtenus à l'évaluation écrite. Le test statistique de Fisher-Snedecor nous permet de vérifier que la variance des notes est bien significativement différente entre le groupe test et le groupe témoin ( $p$ -value = 0,02898 < 0,05).

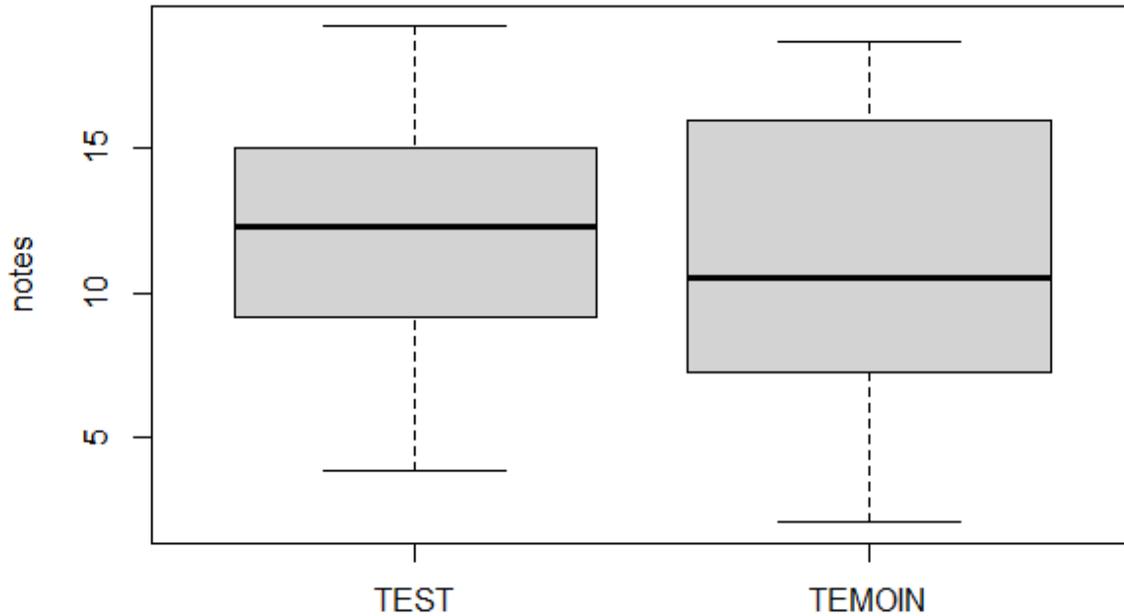


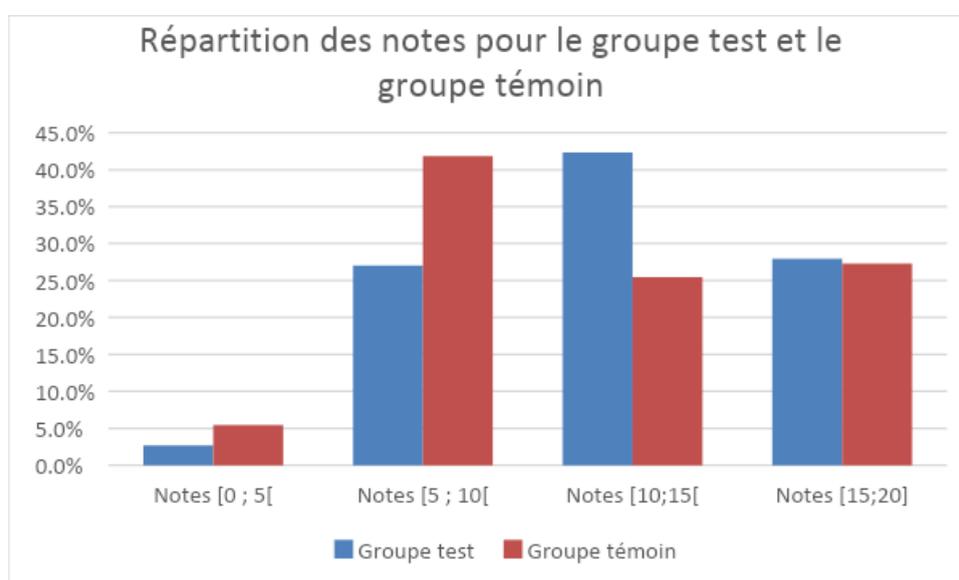
Figure 23 : Diagrammes en boîtes à moustache des notes du groupe test et des notes du groupe témoins.

Pour compléter cette étude, nous avons décidé d'étudier la répartition des élèves par gamme de note dans chacun des deux groupes : note comprise entre 0 inclus et 5 exclus ; note comprise entre 5 inclus et 10 exclus ; note comprise entre 10 inclus et 15 exclus ; note comprise entre 15 et 20 inclus (Tableau 2). L'histogramme de la Figure 24 qui en résulte met en évidence un impact des cartes mentales négligeable pour les excellents élèves puisqu'ils sont 27,9 % à avoir obtenu une note comprise entre 15 et 20 inclus dans le groupe test contre 27,3 % dans le groupe témoin, ce qui est équivalent. En revanche, pour les élèves en extrêmes difficultés les cartes mentales semblent avoir constitué un outil bénéfique puisque le pourcentage d'élèves ayant obtenu une note très alarmante, entre 0 inclus et 5 exclus, est plus faible dans le groupe test (2,7 %) que dans le groupe témoin (5,5 %).

Mais l'impact le plus important des cartes mentales se manifeste pour les élèves du milieu de classe. En effet, il y a une diminution importante du pourcentage d'élève ayant obtenu des notes entre 5 inclus et 10 exclus dans le groupe test (27,0 %) par rapport au groupe témoin (41,8 %). Cette diminution se traduit par une augmentation du pourcentage d'élèves ayant obtenu des notes entre 10 inclus et 15 exclus dans le groupe test (42,3 %) par rapport au groupe témoin (25,5 %). Pour ces élèves, le fait d'avoir commencé à élaborer une carte mentale pendant la classe, de l'avoir finie chez soi et d'avoir pu s'appuyer sur cet outil pour réviser semble avoir clarifié quelques notions et leur avoir bénéficié.

**Tableau 2 : Répartition des élèves en nombre d'élève et en pourcentage d'élève du groupe (test ou témoin) par gamme de note.**

	Groupe test		Groupe témoin	
	Nombre d'élèves	Pourcentage d'élèves	Nombre d'élèves	Pourcentage d'élèves
Notes [0 ; 5[	3	2,7%	3	5,5%
Notes [5 ; 10[	30	27,0%	23	41,8%
Notes [10;15[	47	42,3%	14	25,5%
Notes [15;20]	31	27,9%	15	27,3%



**Figure 24 : Histogramme de la répartition des élèves en pourcentage d'élèves du groupe (test ou témoin) par gamme de note.**

## Conclusion générale

Pendant notre étude, nous avons introduit les cartes mentales à des élèves de sixième de deux établissements parisiens, en cours de physique-chimie. Cet outil permet à la fois de remobiliser ses connaissances au sein d'une carte, de comprendre les liens entre les différentes notions vues en classe et de se détacher du support de cours traditionnel par son organisation nodale. Ce type de réalisation permet de remobiliser l'attention des élèves avec un support moins habituel, de répéter les notions et de s'approprier les notions nouvelles afin d'avoir un apprentissage plus efficace des cours.

Notre étude s'est portée sur plusieurs groupes d'élèves de sixième travaillant sur le thème des mélanges en physique-chimie : certains groupes ont bénéficié d'une séance sur les cartes mentales, avec une partie de la construction de la carte en classe et le reste à terminer en autonomie à la maison, tandis que les autres groupes ont effectué des exercices classiques sur les mélanges. Les résultats de nos travaux ont montré que cet outil a plutôt été apprécié des élèves et leur a permis une meilleure réussite à l'évaluation sommative qui a suivi la séquence où les cartes mentales ont été introduites. Nous avons obtenu une médiane supérieure de 1.8 point sur 20 dans les groupes qui ont utilisé la carte mentale par rapport aux groupes témoins. Nous avons également observé que l'impact de l'utilisation de cet outil était bénéfique pour les élèves, en particulier ceux qui se situent en milieu de classe par rapport au groupe témoin.

Cette étude a également porté beaucoup d'intérêt aux retours faits par les élèves eux-mêmes sur ce nouvel outil. Il en résulte qu'ils ont pris conscience de l'intérêt de réaliser des cartes mentales pour apprendre le cours et se préparer à l'évaluation, et qu'une partie d'entre eux (35 %) se disent prêts à réutiliser cet outil ultérieurement pour réviser les évaluations prochaines.

Toutefois, ces mêmes retours des élèves mettent en lumière que la réalisation d'une carte mentale en autonomie peut s'avérer difficile pour des élèves de sixième. En effet, seul un quart des élèves se sent prêt à réaliser une nouvelle carte mentale seul(e) en physique chimie. L'analyse des cartes mentales ramassées montrent également des dysfonctionnements récurrents sur les productions des élèves, notamment sur le fait de trouver des liens entre les notions ou de choisir de regrouper les notions au sein de sous-familles cohérentes.

Pour aller plus loin dans l'appropriation de cet outil par les élèves, une des possibilités serait peut-être de les faire réaliser des cartes mentales en groupe pendant les séances. D'après les retours effectués, les élèves seraient intéressés par la conception de cartes mentales collectives, et cela leur permettrait de confronter ce qu'ils ont compris entre eux ainsi que de pouvoir réexpliquer aux autres une notion. S'ajouterait alors à l'apprentissage des notions de physique-chimie un exercice sur l'écoute, le débat et le vivre-ensemble (30).

## Bibliographie

1. T. Buzan, B. Buzan, *Mind Map, Dessine moi l'intelligence* (Eyrolles, 3ème édition., 2013), *Les guides Buzan*.
2. T. K. Tee, M. N. A. Azman, S. Mohamed, Muhammad, M, M. M. Mohamad, J. M. Yunus, M. H. Yee, W. Othman, Buzan Mind Mapping: An Efficient Technique for Note-Taking. *Int. J. Psychol. Behav. Sci.* **8**, 28–31 (2014).
3. S. Edwards, N. Cooper, Mind mapping as a teaching resource. *Clin. Teach.* **7**, 236–239 (2010).
4. Ö. Polat, E. Aydın, The effect of mind mapping on young children's critical thinking skills. *Think. Ski. Creat.* **38**, 100743 (2020).
5. S. Caro Dambreville, Les cartes mentales : un changement de paradigme dans les apprentissages. *Commun. Technol. Dév.*, 71–88 (2014).
6. F. Cordier, D. Gaonac'h, *Apprentissage et mémoire* (Armand Colin.), *psychologie 128*.
7. R. C. Atkinson, R. M. Shiffrin, in *Psychology of Learning and Motivation*, K. W. Spence, J. T. Spence, Eds. (Academic Press, 1968; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079742108604223>), vol. 2, pp. 89–195.
8. K. J. Malmberg, J. G. W. Raaijmakers, R. M. Shiffrin, 50 years of research sparked by Atkinson and Shiffrin (1968). *Mem. Cognit.* **47**, 561–574 (2019).
9. W. James, *The principles of psychology* (Henry Holt and company), *American Science Series - Advanced Course*.
10. B. Virole, *La complexité de soi* (Charielleditions., 2011), *Psychologie*.
11. C. Fortin, R. Rousseau, *Psychologie cognitive - une approche de traitement de l'information* (2016).
12. A. Paivio, W. Lambert, Dual coding and bilingual memory. *J. Verbal Learn. Verbal Behav.* **20**, 532–539 (1981).
13. OCDE, *Comprendre le cerveau - vers une nouvelle science de l'apprentissage* (Maison des Sciences de l'Homme., 2002).
14. S. Masson, Aider les élèves à transformer leur cerveau en espaçant les périodes d'apprentissages. *Vivre Prim.* (2016).
15. T. Buzan, B. Buzan, *The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential* (London BBC Book, 1993).
16. X. Delengaigne, P. Mongin, *Boostez votre efficacité avec FreeMind, FreePlane et XMind : Bien démarrer en Mind Mapping* (Eyrolles, 2010).

17. P. Mongin, X. Delengaigne, *Organisez votre vie avec le Mind Mapping, 3ème édition - côté tête et côté coeur* (InterEditions, 2016).
18. Fenetresur, Cartes heuristiques : quels outils pour un usage pédagogique ? *Fenetresur*, (available at <https://fenetresur.wordpress.com/2012/12/05/cartes-heuristiques-quels-outils-pour-un-usage-pedagogique/>).
19. K. Goodnough, R. Woods, *Student and Teacher Perceptions of Mind Mapping: A Middle School Case Study* (2002; <https://eric.ed.gov/?id=ED470970>).
20. V. Lascombe, L'utilisation des cartes heuristiques pour l'enseignement des collocations en FLE, 81 (2013).
21. A. La Piana, Utilisation des cartes d'organisation d'idées en sciences physiques. *Bull. Union Profr. Phys. Chim.* **102** (2008).
22. M. Kuntz, En quoi la carte mentale est-elle un dispositif favorisant les apprentissages à l'école ?, 41 (2016).
23. L. Carlier, Carte mentale : outil pédagogique. *Tribu* (2020), (available at [https://www.reseau-canope.fr/savoirscdi/cdi-outil-pedagogique/apprentissage-et-construction-des-savoirs/maitrise-de-linformation-referentiels-etudes-et-travaux-de-recherche/etude-et-travaux-de-recherche/cartes-mentales-et-documentation/usages-pedagogiques-des-cartes-mentales.html](https://tribu.phm.education.gouv.fr/portal/pagemarker/1/cms/default-domain/workspaces/les-cartes-mentales/documents/decouverte-carte-mentale/ressources/laetitia-carlier?scope=__nocache&addToBreadcrumb=0&displayLiveVersion=1&pagePath=%252Ffoad%252F_dyn_cG9ydGFsU2l0ZVpHVm1ZWfZzZEMxa2IyMWhhVzRfZV9kZDI5eWEzTndZV05sY3dfZV9lX2RiR1Z6TFdOaGNuUmxeTF0Wlc1MFIxeGxjd19lX2U%253D.Y21zOi9kZWZhdWx0LWRvbWFpbi93b3Jrc3BhY2VzL2xlcyljYXJ0ZXMTbWVudGFsZXM%253D.X19OX18%253D.X19OX18%253D.X19OX18%253D%252F_CMS_LAYOUT&pageParams=)</a>).</li>
<li>24. CRDP Toulouse, Usages pédagogiques des cartes mentales. <i>Savoirs CDI</i> (2013), (available at <a href=)).
25. Une étude met en évidence les bénéfices des cartes mentales. *Heuristiquement* (2011), (available at <https://www.heuristiquement.com/2011/05/une-etude-influence-des-cartes-mentales.html>).
26. A. O. Peña, J. M. M. González, A. M. Rubio, Influencia de los mapas mentales en la forma de ser y pensar. *Rev. Iberoam. Educ.* **55**, 1–15 (2011).
27. CRDP Toulouse, Les limites des cartes mentales. *Savoirs CDI* (2013), (available at <https://www.reseau-canope.fr/savoirscdi/cdi-outil-pedagogique/apprentissage-et-construction-des-savoirs/maitrise-de-linformation-referentiels-etudes-et-travaux-de-recherche/etude-et-travaux-de-recherche/cartes-mentales-et-documentation/les-limites-des-cartes-mentales.html>).

28. F. Barat, S. C. Dias, Construire un outil d'aide à la production écrite au cycle 3 : la carte mentale, 33 (2013).
29. M. Bertolini, Mindmapping et trouble de l'attention (TDA/H) chez l'adulte. *Form. 30* (2012), (available at <https://format30.com/2012/12/04/mindmapping-et-trouble-de-lattention-tdah-chez-ladulte/>).
30. C. Marsollier, L'élaboration collective de cartes mentales, une démarche didactique structurante pour l'apprentissage du vivre-ensemble à l'école. *Éducation Social. Cah. CERFEE* (2013), doi:10.4000/edso.167.

## Annexe A – Partie du bulletin officiel travaillé en classe

### Matière, mouvement, énergie, information

#### Attendus de fin de cycle

- Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique.
- Observer et décrire différents types de mouvements.
- Identifier différentes ressources en énergie et connaître quelques conversions d'énergie.
- Identifier un signal et une information.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<b>Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique</b>	
<p>Mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversité de la matière : métaux, minéraux, verres, plastiques, matière issue du vivant.</li> <li>- L'état physique d'un échantillon de matière dépend de conditions externes, notamment de sa température.</li> <li>- Quelques propriétés de la matière solide ou liquide (<del>par exemple: densité, solubilité,</del></li> </ul>	<p>Observer la diversité de la matière, à différentes échelles, dans la nature et dans la vie courante (<del>matière inerte – naturelle ou fabriquée – , matière vivante</del>).</p> <p>Distinguer différents matériaux à partir de leurs propriétés physiques (par exemple : densité, élasticité, conductivité thermique ou électrique, magnétisme, solubilité dans l'eau, miscibilité avec l'eau...) ou de leurs caractéristiques (matériaux bruts, conditions de mise en forme, procédés...)</p>

<p><del>élasticité...)</del> – approche qualitative).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La matière à grande échelle : Terre, planètes, Univers.</li> <li>- Tout objet matériel possède une masse qui lui est propre et qui peut être mesurée.</li> </ul> <p>Identifier à partir de ressources documentaires les différents constituants d'un mélange.</p> <p>Mettre en œuvre un protocole de séparation de constituants d'un mélange.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser des mélanges peut provoquer des transformations de la matière (dissolution, réaction).</li> <li>- La matière qui nous entoure (à l'état solide, liquide ou gazeux) résulte souvent de l'association de différents constituants.</li> </ul>	<p>Observer de façon qualitative des effets résultant d'actions à distance (aimants, électricité statique).</p> <p>Utiliser la loupe et le microscope pour l'observation de structures géométriques de cristaux naturels, d'organisation du vivant à différentes échelles comme des vaisseaux conducteurs (plantes et animaux) des tissus différents (fruit, graine...) ou encore observer des cellules animales ou végétales.</p> <p>Le domaine du tri et du recyclage des matériaux est un support d'activité à privilégier. La question de la toxicité de certaines substances pour les milieux naturels peut être abordée.</p> <p>Séparer des constituants par décantation, filtration, évaporation.</p> <p>Les mélanges gazeux pourront être abordés à partir du cas de l'air.</p> <p>L'eau et les solutions aqueuses courantes (eau minérale, eau du robinet, boissons, mélanges issus de dissolution d'espèces solides ou gazeuses dans l'eau...) représentent un champ d'expérimentation très riche. Détachants, dissolvants, produits domestiques permettent d'aborder d'autres mélanges et d'introduire la notion de mélange de constituants pouvant conduire à une réaction (transformation chimique).</p> <p>Informez l'élève du danger de mélanger des produits domestiques sans s'être renseigné.</p> <p>Diversité des usages de la matière : se déplacer, se nourrir, construire, se vêtir, faire une œuvre d'art.</p>
---	---

## Annexe B – Questionnaire sur le ressenti des élèves des groupes tests

Lorsque j'ai complété la carte mentale à la maison :

	Oui	Moyen	Non	Je ne sais pas
J'ai pris du plaisir à compléter ma carte mentale				
J'ai eu l'impression de mieux comprendre mon cours				
J'ai eu l'impression d'avoir appris mon cours				
J'aurais préféré finir ma carte mentale par groupe en classe				
Je me sens capable de faire une autre carte mentale <b>seul(e)</b> pour un autre cours de physique-chimie.				
Je me sens capable de faire une autre carte mentale <b>en groupe</b> pour un autre cours de physique-chimie.				
Je me sens capable de faire une autre carte mentale <b>seul(e)</b> dans une autre matière.				
Je me sens capable de faire une autre carte mentale <b>en groupe</b> dans une autre matière.				

Pendant la réalisation de la carte mentale, ce qui m'a le plus motivé (entourer les propositions qui me correspondent):

mettre des couleurs – faire des dessins – montrer ma créativité

Pendant la réalisation de la carte mentale, ce qui m'a semblé difficile :

trouver le lien entre les notions – trouver les mots clés – faire des sous-familles

Lorsque j'ai révisé le contrôle de fin de chapitre sur les mélanges

	Oui	Moyen	Non	Je ne sais pas
J'ai utilisé ma carte mentale pour réviser				
J'ai refait une carte mentale pour réviser				
J'ai utilisé la carte mentale de la professeure pour réviser				
Si j'ai utilisé une carte mentale, j'ai trouvé plus facile que d'habitude de réviser mon contrôle				
Je pense refaire des cartes mentales à l'avenir pour réviser mes prochains contrôles				

À propos du contrôle sur les mélanges

	Oui	Moyen	Non	Je ne sais pas
Je l'ai trouvé plutôt facile				
J'ai trouvé que la carte mentale était utile pour réussir le contrôle				

