

**MASTER « MÉTIERS DE L'ÉDUCATION, DE L'ENSEIGNEMENT ET
DE LA FORMATION »**

Mention :

Premier degré

Parcours :

Master 2 – Stagiaire - Professeur des écoles

Domaine de recherche :

Sciences

Centre :

Rodez

MÉMOIRE

**L'influence de l'utilisation des cartes mentales sur la
mémorisation des concepts de sciences**

COURTOIS Sandrine

Directeur de mémoire :

Pascale Aguirre, formatrice ESPE

Co-directeur de mémoire :

Hakim Dahmani, formateur ESPE

Membres du jury :

- Pascale Aguirre
- Hakim Dahmani

Soutenu le 21 juin 2017

SOMMAIRE

Introduction	1
Cadre théorique	2
I.Qu'est ce qu'une carte mentale ?	2
1)Définition.....	2
2)Structure d'une carte mentale.....	3
3)Intérêts d'une carte mentale.....	5
4)Limites d'une carte mentale.....	8
II.La mémoire et la mémorisation.....	10
1)Définition.....	10
2)Les modèles de la mémoire.....	10
3)Le fonctionnement de la mémoire.....	14
III.Les cartes mentales et la mémorisation.....	16
Partie méthodologie	19
Classe support.....	19
Procédure de l'expérimentation.....	20
Récolte de données.....	22
Traitement des données.....	22
Résultats et interprétations	27
La construction des cartes mentales	27
Les cartes mentales de la leçon.....	33
L'évaluation.....	42
Discussion	49
Conclusion	52
Bibliographie	53
Annexes	55

Je souhaite remercier, avant tout, les encadrants de mon mémoire, Pascale Aguirre et Hakim Dahmani, pour toute leur aide qu'ils ont pu m'apporter pour mener à bout cette étude, ainsi que leurs précieux conseils.

Je tiens aussi à remercier Laure Jacquemain, professeur stagiaire, qui m'a permis de récolter ces données en acceptant de mener cette séquence dans sa classe.

Une pensée également pour ma famille, qui m'a soutenue tout au long de ce travail.

INTRODUCTION

Les cartes mentales font peu à peu leur apparition en France et commencent à se développer dans le domaine de l'éducation. Elles sont pour la première fois exposées dans les années 1970 par l'anglais Tony Buzan, mais depuis ne sont que peu utilisées dans notre pays. Avec les résultats de diverses études qui mettent en avant leurs potentiels atouts, celles-ci commencent à attirer l'attention. Avec un mode de construction se rapprochant du fonctionnement naturel du cerveau et donc de notre mémoire, soit une pensée par association d'idées, elles nous permettraient d'être très performants et notamment en terme de mémorisation d'informations.

La mémorisation des contenus d'enseignement est parfois un réel problème pour de nombreux enfants se retrouvant démunis face à leur leçon à chaque fois qu'il s'agit de l'apprendre. En explorant les recherches scientifiques sur les intérêts des cartes mentales mais également sur le fonctionnement de notre cerveau pour mémoriser, on se rend compte qu'un parallèle peut être établi entre cartes mentales et facilitation de la mémorisation. Je vais donc m'intéresser ici à ce point.

Pour cela, nous exposerons dans un premier temps le cadre théorique reprenant les travaux de recherches réalisés à ce jour afin de comprendre ce qu'est une carte mentale, puis comment notre cerveau fonctionne pour mémoriser une information. Nous finirons cette partie en mettant en relation cartes mentales et mémorisation des informations. Dans un second temps nous mettrons en place une expérimentation en classe pour évaluer l'influence des cartes mentales sur la mémorisation en sciences, après avoir exposé la méthodologie de cette expérimentation. Nous terminerons ce travail de recherche par l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus.

CADRE THÉORIQUE

I. Qu'est ce qu'une carte mentale ?

1) Définition

Les cartes mentales, encore appelées cartes heuristiques ou mind maps, ont été développées par Tony Buzan dans les années 1970 suite à ses travaux sur la mémoire et l'apprentissage. Il définit alors la carte mentale comme un « schéma arborescent » (Buzan, 2013). Le centre de ce schéma correspond ainsi au thème, à l'idée principale et les branches qui en découlent permettent de décliner cette idée.

Il note bien que ce type de schéma correspond à une représentation de la « pensée rayonnante » en référence au fonctionnement cérébral. Ainsi une carte mentale refléterait l'organisation « naturelle » de la pensée qui se fait par association à partir d'une idée centrale. D'ailleurs, il compare le cerveau à une « gigantesque machine à associer ».

Dans sa définition des cartes mentales Valérie Lascombe (2013) ajoute un point sur leur rôle, en précisant que celles-ci servent tout d'abord à organiser mais aussi à représenter des connaissances de manière délinéarisée. Laeticia Carlier (2013) précise qu'en plus de représenter des idées, des connaissances, les cartes mentales permettent d'avoir une vue globale et synthétique sur une seule page d'un sujet parfois bien complexe.

Pierre Mongin (2012) ajoute un aspect important qui nous permettra ici de clore la définition des cartes mentales. Selon lui, elles parlent quatre langages : celui des mots (ensemble des mots clés présents), celui des images (dessins rajoutés pour illustrer les idées, les préciser), celui de la couleur et enfin du contexte en référence aux différents liens entre les idées qui peuvent être représentés.

Voici ci dessous un exemple d'une carte mentale.

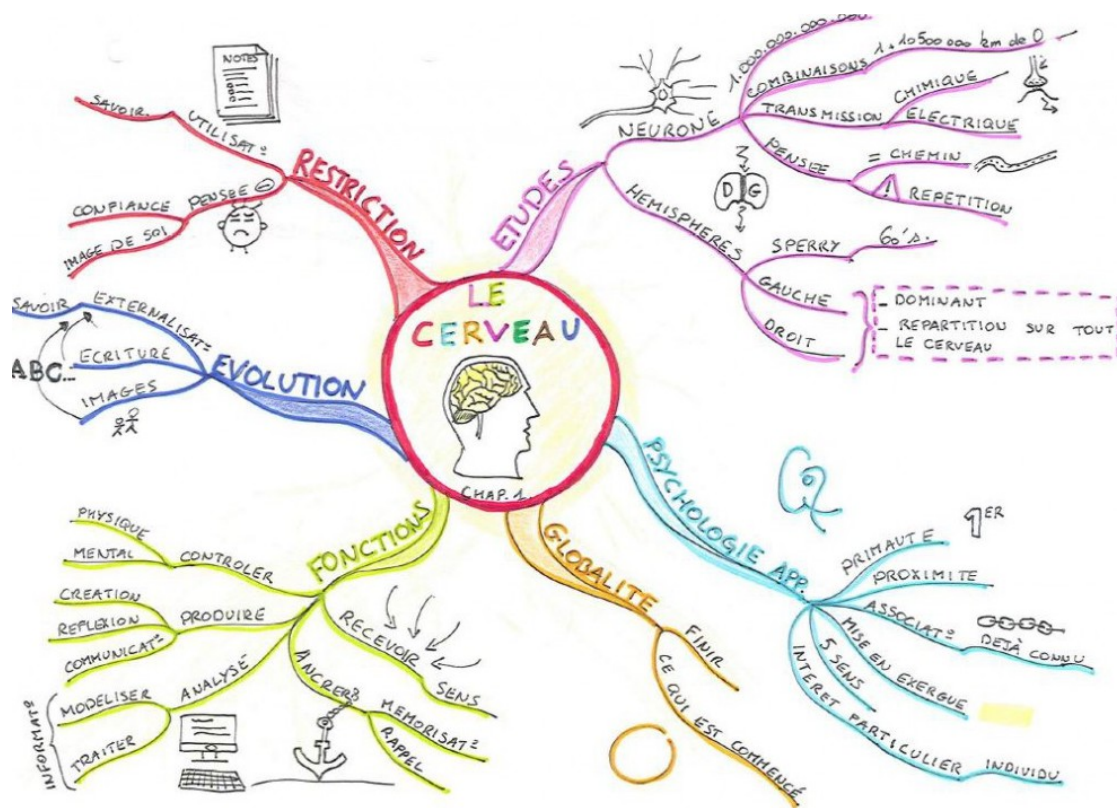


Illustration 1: Une carte mentale réalisée à la main (Source : Le bateau livre, site internet)

Les cartes mentales revêtent ainsi diverses utilisations dans des domaines très variés. Tony Buzan propose dans son livre (Buzan, 2013) de les utiliser autant pour le travail que pour les études ou bien même les loisirs avec la planification de voyages par exemple.

2) Structure d'une carte mentale

Comme nous venons de le voir une carte mentale correspond à un schéma de type arborescent, ce qui induit la présence de branches et sous branches.

La construction d'une carte mentale débute par la réalisation du noyau, au centre de la feuille, qui représente le thème à développer. De ce point central vont alors dériver plusieurs branches qui correspondent aux idées principales. Elles sont traduites sous forme de mots clés ou d'images, voire même sous forme d'une association d'une image et d'un mot. Le créateur est libre d'ajouter

ou non des images et peut même les rendre très créatives en insérant des dessins. Ces branches peuvent ensuite être déclinées en une multitude de sous branches et de sous sous branches, permettant de développer et de préciser le sujet. Les idées sont ainsi hiérarchisées et organisées (Buzan, 2013).

Les idées sont donc matérialisées par des mots ou des images tandis que les relations sont représentées grâce à des traits ou des flèches qui permettent de donner une direction aux relations. La nature de ces relations est d'ailleurs parfois précisée par des mots placés sur les traits (Chabriac, Font, Manabéra, 2013).

Il faut également noter qu'une carte mentale se lit de droite à gauche en général (Regnard, 2010). Ainsi le premier nœud est généralement construit à droite du centre. Toutefois la lisibilité d'une carte mentale n'est pas toujours évidente pour les personnes qui n'ont pas l'habitude de les utiliser mais également pour les personnes qui ne l'ont pas construite et qui n'auraient pas forcément organisé les idées de la même manière.

Voici ci-dessous un exemple de carte mentale réalisée par ordinateur avec insertion d'images. Comme nous l'avons dit elles peuvent aussi être réalisées sans images et à la main. On trouvera en annexe 1 un exemple de carte mentale, montrant le côté créatif que peut revêtir une carte mentale créée à la main.



Illustration 2: Carte mentale réalisée à l'ordinateur, Matthieu Polet

3) Intérêts d'une carte mentale

Nous commençons tout juste à découvrir les multiples intérêts des cartes mentales en France alors que dans d'autres pays comme la Finlande elles sont déjà très répandues.

Dans la société elles peuvent présenter plusieurs intérêts. Tony Buzan (2013) nous propose dans son livre d'utiliser les cartes mentales dans la vie quotidienne, autant pour le travail que pour les études ou les loisirs. Elles peuvent alors être utilisées pour planifier une réunion, pour faire le bilan des tâches à réaliser pour divers projets (construction d'une maison, préparation d'un voyage d'une cérémonie ou bien même d'un mémoire).

Ici, nous allons plutôt nous focaliser sur leurs intérêts à l'école, d'un point de vue pédagogique. En effet, les cartes mentales trouvent leur place à l'école et présentent de nombreux atouts au regard des plus ou moins récentes recherches scientifiques à ce sujet. Elles peuvent alors être un outil pertinent pour les apprentissages en favorisant la compréhension (Genty, Lepouder, 2008) et l'implication (Lascombe, 2013) des élèves. En effet, en construisant une carte mentale les élèves sont tous actifs et la part laissée à la créativité

motive certains élèves. Ce travail est un véritable travail de réflexion, qui pousse l'enfant à établir des liens entre les idées, ce qui peut de plus aider à la compréhension. D'autres chercheurs ont montré que cet outil pouvait considérablement aider les élèves à la mémorisation des informations. Lafaye (2012) insiste sur le fait que si l'élève transcrit sa leçon sous forme de carte mentale celle-ci sera bien mieux mémorisée. Il explique cela par le fait que l'élève est actif dans le travail de construction de la carte. Hiérarchiser les idées, choisir les mots clés représente un réel travail de réflexion, qui pousse l'enfant à mémoriser les éléments déjà au moment de la construction de la carte. Cet outil peut ensuite servir de support pour les révisions. Delphine Regnard propose d'utiliser les cartes mentales à la maison pour réviser une leçon en cachant les nœuds et en essayant de les retrouver. Ainsi l'enfant peut tester ses connaissances seul à la maison (Regnard, 2010). Même si la carte est réalisée sur ordinateur une option permet de plier et déplier tous les nœuds, rendant donc ce travail possible.

De plus, les cartes mentales peuvent permettre de développer des compétences transversales tel que la capacité à résumer une notion en sélectionnant les mots clés pertinents étant à la base de la carte mentale. Concernant ces mots clés, il faut d'ailleurs noter qu'un atout essentiel des cartes mentales est qu'elles obligent à organiser les idées, les hiérarchiser (Regnard, 2010). La création de branches et de nœuds de plusieurs niveaux fait apparaître visuellement cette hiérarchisation des mots clés et ainsi les liens et relations entre les différents éléments.

Il faut également rajouter la notion de conceptualisation. Conceptualiser signifie élever au rang de concept, un concept correspondant à la manière dont on se représente une chose concrète ou abstraite et selon Vygotski il s'agit « d'un acte de généralisation ». Les cartes mentales seraient ainsi un outil qui aide à la conceptualisation en clarifiant bien les liens entre les éléments et en donnant une vue d'ensemble de la notion en question, soit du concept.

Des compétences transversales non négligeables, qui seront utiles tout au long de la vie de l'apprenant.

Pour poursuivre les intérêts que celles-ci peuvent présenter nous pouvons noter qu'elles peuvent se révéler être un outil au service des élèves en difficulté (D'Heygere-Lesure, 2012). Pour les élèves ayant des difficultés concernant l'accès à l'écrit (dyslexiques, dysorthographiques par exemple) les cartes mentales peuvent être un moyen de lever la barrière de l'écrit grâce à la seule présence des mots clés (ou des images). Cela permet d'enlever la surcharge de mots qui bloque certains enfants. Ainsi ils peuvent développer d'autres compétences en contournant leurs difficultés. La carte mentale peut donc être un outil intéressant de différenciation.

Si on regarde maintenant du côté de l'enseignant, les cartes mentales peuvent aussi être l'occasion de savoir où en sont les élèves par rapport à une notion. En effet, l'enseignant, en demandant à ses élèves de construire une carte, va pouvoir évaluer si les élèves ont bien compris la notion et s'ils ont une idée claire de celle-ci. S'ils aboutissent à une carte mentale qui restitue les mots clés essentiels et surtout les liens qu'entretiennent ces termes entre eux, cela donne une indication quant au stade d'acquisition des compétences de l'enfant. Si les mots clés sont présents cela reflète les connaissances relatives au vocabulaire. Si en plus les liens sont matérialisés (par des flèches, traits) correctement cela donne une indication sur la compréhension de la notion par le réalisateur de la carte. Dans le cas contraire la carte aidera à repérer les difficultés de l'élève (manque de vocabulaire, difficulté à établir les liens). Cela peut être l'occasion de reprendre certains points avec l'élève. Cependant les raisons des difficultés rencontrées au niveau de la construction de la carte sont diverses. Cela peut parfois être dû à une mauvaise compréhension d'une partie de la notion, mais cela peut aussi venir du passage à l'écrit avec des enfants qui peuvent rencontrer des difficultés à matérialiser ces liens sur la carte. L'outil carte mentale ne correspond pas à tous les élèves, nous y reviendrons par la suite. La carte est donc un outil d'évaluation des acquis pour l'enseignant mais il faut tout de même aller plus loin pour réellement pointer les difficultés de l'élève (Regnard, 2010).

Dans cette étude je me consacrerai à l'utilisation des cartes mentales en classe et ce qu'elles peuvent apporter aux élèves dans le cadre des sciences.

Les sciences présentent des concepts parfois complexes avec un vocabulaire très riche et de multiples interactions. Les différents éléments peuvent alors être synthétisés dans une carte mentale qui permet de faire ressortir les mots clés (vocabulaire scientifique mis en valeur) et les relations entre ces termes. De plus, en sciences l'étude est souvent basée sur l'observation. Cela peut être repris dans la carte mentale en ajoutant des dessins des observations (dessins des étamines et du pistil dans l'exemple d'une carte sur la reproduction des plantes). Le dessin est donc directement présent avec les mots clés du concept.

Un des atouts qui prime est le fait que les cartes mentales peuvent favoriser la mémorisation des élèves. Un point important car de nombreux élèves se trouvent démunis face à leur leçon lorsqu'il faut l'apprendre, et ce tout au long de la scolarité. C'est souvent le cas avec les concepts de sciences qui peuvent parfois être assez lourds, avec de nombreux liens entre les différents éléments qui interagissent. C'est pourquoi je vais retenir uniquement cette piste que je vais développer dans la suite de ce mémoire.

La carte mentale est donc un outil qui peut présenter plusieurs intérêts pour une utilisation en classe, mais il faut aussi noter qu'elle présente certaines limites et que ce n'est pas un outil miracle. C'est ce que nous allons voir dans la partie suivante.

4) Limites d'une carte mentale

En effet, outre les bénéfices qu'elles peuvent apporter aux élèves, les cartes mentales présentent des limites. Il convient de nuancer notre propos et de nous pencher sur leurs limites.

Comme le souligne Valérie Lascombe (2013), les cartes mentales ne sont pas un outil miracle et elles ne correspondent pas à tous les élèves. Delphine Regnard (2010) précise ce propos en expliquant que cette organisation des informations hiérarchique et très visuelle ne convient pas au « schéma mental » de tous les élèves. En effet, une carte mentale propose une représentation des idées en rupture avec les représentations textuelles

habituelles, qui sont plutôt linéaires (Chabriac, Font, Manabéra, 2013). Ce sont d'ailleurs ces représentations qui priment, en général, tout au long de la scolarité. C'est pour cela que c'est un outil qui demande un long temps d'adaptation afin de se familiariser avec une nouvelle représentation des idées (Faletti & Fisher, 1996). Toutefois, certains élèves resteront plus à l'aise avec des informations toujours organisées de façon linéaire. Tous ces auteurs tendent à dire que quoi qu'il en soit il ne faut pas imposer cet outil aux élèves. Ce n'est qu'un outil de plus que certains peuvent se saisir et en tirer profit.

Ensuite, j'ai souvent parlé de la construction des cartes mentales, mais qu'en est-il de leur lecture ? La construction d'une carte mentale présente certes des atouts mais sa diffusion reste plus difficile (Chabriac, Font, Manabéra, 2013). En effet, une carte mentale est assez personnelle car tout le monde n'organise pas ces idées de la même manière. Il peut être très difficile pour certains de s'approprier la carte mentale de quelqu'un d'autre. On peut donc s'interroger sur l'utilité de la distribution d'une carte mentale élaborée par un professeur à l'ensemble de sa classe. La construction par les élèves semble donc plus bénéfique.

Pour finir, il faut être vigilant avec des élèves qui commencent à utiliser les cartes mentales, car outre qu'elle permettent un traitement profond de l'information (recherche de mots clés, hiérarchisation..) elle peuvent parfois représenter une surcharge cognitive pour les débutants. Il faut donc bien s'assurer que cet outil, censé aider les élèves, ne bloque pas finalement leurs apprentissages (Pudelko, Basque, 2005). D'autres auteurs précisent d'ailleurs que pour éviter cette surcharge cognitive il faut parvenir à trouver un juste milieu entre des cartes trop complexes et trop pauvres afin que la multitude d'informations ne vienne pas nuire aux apprentissages. (Chabriac, Font, Manabéra, 2013)

Ces limites sont donc à prendre en compte lorsque l'on découvre ce nouvel outil. Cependant, elles peuvent très fortement aider certains élèves. Ce n'est donc pas un outil à négliger et qui mérite d'attirer l'attention des enseignants.

II. La mémoire et la mémorisation

Afin de comprendre l'influence de l'utilisation des cartes mentales sur la mémorisation il convient dans un premier temps de définir la mémoire puis d'aborder son fonctionnement.

1) Définition

De manière générale la mémoire peut être définie comme une aptitude à se souvenir de choses diverses (événements passés, connaissances, images..) (Dictionnaire Larousse)

D'un point de vue plus scientifique la mémoire est définie comme un ensemble de processus biologiques et psychologiques qui permet le codage, le stockage et la récupération de l'information. C'est la définition que propose Alain Lieury (2004), qui a beaucoup travaillé sur la mémoire. Il note d'ailleurs le fonctionnement très complexe de celle-ci.

2) Les modèles de la mémoire

Grâce à l'avancée des recherches scientifiques on comprend de mieux en mieux la structure de la mémoire. Cependant, plusieurs courants de pensées s'opposent voire se complètent.

En effet, les points de vue sont différents. Certains voient la mémoire comme un système unitaire, c'est à dire que la mémoire serait composée d'une seule et même unité structurelle et fonctionnelle. Au contraire, d'autres présentent plutôt la mémoire comme un système modulaire, la mémoire étant selon eux composée de différentes mémoires ayant pour rôle de stocker des informations différentes.

Le modèle qui paraît être aujourd'hui le plus influent est le modèle modal qui considère la mémoire comme composée de plusieurs parties. Je retiendrai donc ici uniquement ce modèle.

Le modèle souvent exposé est celui d'Atkinson et Shiffrin (1968). D'un point de vue architectural ce modèle repose sur 3 types de mémoires différentes à savoir la mémoire sensorielle qu'ils nomment le registre d'informations sensorielles (RIS), la mémoire à court terme (MCT) et la mémoire à long terme (MLT). Ces deux chercheurs différencient ces trois mémoires en fonction de leur processus de traitement de l'information. En effet, le traitement des informations est plutôt sensoriel au niveau du registre d'informations sensorielles. Pour la mémoire à court terme on parle plutôt d'encodage tandis que pour la mémoire à long terme on parlera plutôt d'apprentissage et d'oubli. Un autre point qui permet de différencier ces trois types de mémoire est le temps pendant lequel l'information est retenue. Il est inférieur à une seconde pour la mémoire sensorielle, de l'ordre de quelques secondes pour la mémoire à court terme et pour la mémoire à long terme les limites ne sont pas définies puisque des informations peuvent être retenues toute la vie.

Le registre d'informations sensorielles a pour rôle de récupérer les informations provenant des stimuli reçus par nos sens (l'ouïe, la vue, le toucher...). Cependant, le flux d'informations qui provient de nos sens est considérable c'est pourquoi la mémoire sensorielle a pour rôle de retenir l'information juste le temps que nous puissions sélectionner celles qui sont les plus importantes. Ce filtre que constitue alors la mémoire sensorielle permet dans un premier temps de sélectionner les informations puis dans un second temps de transférer celles-ci à la mémoire à court terme.

Chaque organe des sens envoie ses stimuli dans un registre spécifique de la mémoire sensorielle. Par exemple une information provenant d'un stimulus de l'ouïe sera maintenue dans le registre auditif, tandis qu'une information perçue par nos yeux concernera le registre visuel (ou mémoire iconique). Quoi qu'il en soit la mémoire sensorielle est très courte ; de l'ordre de la seconde même si elle peut sensiblement varier selon le registre concerné.

La mémoire à court terme traite donc uniquement les informations qui ont été sélectionnées par la mémoire sensorielle. La mémoire à court terme est

également une mémoire temporaire qui peut stocker les informations quelques secondes (jusqu'à trente secondes), soit un temps un peu plus important que la mémoire sensorielle. Il faut aussi noter que sa capacité est limitée. C'est ce qu'à démontré G. Miller (1956). En effet, selon lui notre mémoire à court terme (qu'il appelle mémoire de travail) pourrait maintenir sept éléments (plus ou moins deux éléments) avant qu'ils ne s'estompent de notre mémoire pour être remplacés par d'autres. Il parle alors du « nombre magique 7 plus ou moins 2 », un nombre valable pour un adulte. Toutefois, cette capacité peut être amplifiée si l'individu procède à des associations entre les éléments mais le nombre de groupement ne peut pas dépasser ce nombre magique.

Plus tard, le modèle de la mémoire à court terme d'Atkinson et Shiffrin (1968) a été précisé par Baddeley et Hitch (1974). Ceux-ci décomposent la mémoire à court terme en plusieurs sous systèmes. En effet, selon eux, la mémoire à court terme, qu'ils nomment d'ailleurs la mémoire de travail, serait composée d'un administrateur central en interaction avec la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. Baddeley définit cette mémoire de travail comme « un système qui maintient temporairement et manipule les informations pendant la réalisation de tâches comme la compréhension, l'apprentissage et le raisonnement » (Baddeley, 1986).

La boucle phonologique correspondrait selon eux à un mécanisme inconscient chargé de stocker les informations verbales. D'autre part, le calepin visuo-spatial serait plutôt chargé de stocker les informations visuelles et spatiales comme le laisse deviner son nom. Il s'agit toujours bien entendu d'un stockage à court terme. La dernière structure de ce modèle, soit l'administrateur central, aurait pour rôle de contrôler et de coordonner les opérations de traitement des deux autres systèmes.

Certains scientifiques, dont Baddeley et Hitch distinguent ces deux types de mémoires (mémoire à court terme et de travail) alors que d'autres les rassemblent du fait de leur maintien temporaire de l'information. Cowan (2008) par exemple persiste à bien distinguer ces deux mémoires qui selon lui présentent des différences considérables. Par exemple, la mémoire à court

terme aurait seulement le rôle de maintien de l'information tandis que dans la mémoire de travail les informations seraient maintenues dans le but d'être manipulées, transformées. Le terme travail d'ailleurs met bien l'accent sur le fait qu'il s'agit d'une mémoire dynamique et non passive.

Passons maintenant à la dernière structure composant la mémoire selon le modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968). La mémoire à long terme a pour rôle de stocker de manière durable les informations lui provenant de la mémoire de travail. Elle est durable, voire permanente contrairement aux deux structures précédentes, c'est à dire que des informations peuvent y être maintenues très longtemps. D'ailleurs la capacité de cette mémoire n'est pas définie, des informations pouvant être retenues toute une vie on a tendance à dire aujourd'hui qu'elle est illimitée. Il faut tout de même noter que si des informations peuvent être retenues très longtemps d'autres sont parfois inaccessibles dans notre mémoire (temporairement, voire définitivement). On parle alors du phénomène d'oubli.

Des chercheurs ont encore subdivisé cette mémoire à long terme en plusieurs modules (Tulving, 1972). Ainsi on distinguera ce qui relève de la mémoire explicite de ce qui relève de la mémoire implicite. La mémoire explicite contient les informations que l'on a réellement conscience de se souvenir et qu'on peut nommer et décrire avec des mots. Au contraire la mémoire implicite correspond à tout ce qu'on ne peut pas expliquer avec des mots, c'est le cas par exemple des choses que l'on sait faire mais qu'il est difficile d'expliquer (faire du vélo..).

Tulving (1972) oppose, au sein de la mémoire explicite, deux types de mémoire à savoir la mémoire épisodique et sémantique. La mémoire épisodique concerne les souvenirs sur notre vie, on parle d'ailleurs de mémoire autobiographique. La mémoire sémantique, quant à elle, stocke plutôt tout ce qui relève des connaissances sur soi et sur le monde. Il s'agit de la mémoire du savoir et de la connaissance.

Ainsi pour qu'une information soit stockée de manière permanente dans notre mémoire il faut qu'elle passe par ces trois types de mémoires qui fonctionnent en interaction. Alain Lieury (2003) compare la mémoire à une sorte de « gratte-ciel » dans lequel chaque étage est une structure qui « construit les informations de manière plus élaborée et en garde la mémoire ». C'est ce que nous allons voir dans la partie suivante.

3) Le fonctionnement de la mémoire

Maintenant que nous avons vu les modèles permettant d'expliquer la mémoire et le rôle des structures la constituant, nous allons voir comment l'information est traitée pour être mémorisée de manière durable.

Lorsque nous percevons un stimulus en provenance de notre environnement direct notre mémoire sensorielle le réceptionne et le maintien en mémoire pendant un temps extrêmement court avant qu'elle soit transférée vers la mémoire à court terme ou mémoire de travail. Comme nous l'avons vu, seules les informations sélectionnées par la mémoire sensorielle sont traitées par la mémoire à court terme. C'est alors que l'information peut subir plusieurs types de traitements. D'ailleurs Delengaigne (2012) compare cette mémoire à un tableau blanc, qui nous permet de maintenir l'information le temps de l'utiliser comme le permet un tableau. C'est alors que les informations sont manipulées en fonction du but que veut atteindre le sujet ; réorganisation des informations dans le but de comprendre, de réaliser un calcul ou encore autorépétition pour maintenir l'information un peu plus longtemps (numéro de téléphone le temps de le composer par exemple...). Ensuite, l'information peut être encodée afin qu'elle soit transmise à la mémoire à long terme. Tulving (1983) définit l'encodage comme le « processus qui transforme un événement ou un fait en trace mnésique ».

Il faut noter que la mémoire à long terme intervient dans le maintien et le traitement de l'information à tous les niveaux. Grâce à la boucle de rétroaction elle va influencer la sélection des informations au niveau de la mémoire

sensorielle dans un premier temps puis au niveau de l'encodage des informations dans la mémoire de travail en établissant des liens avec nos connaissances. Ainsi les informations stockées dans notre mémoire à long terme, en ayant une influence sur la perception, le traitement et la mémorisation des informations nouvelles feront que chaque individu retiendra d'une manière qui lui est propre les informations.

D'ailleurs, on peut compléter cette idée avec les travaux de Novak et Gowin (1984) qui ont montrés que les nouvelles connaissances se construisaient en liant de nouvelles données à celles que nous avons déjà en mémoire. C'est pourquoi il serait très important d'établir des liens avec ce que nous savons déjà pour mieux apprendre de nouvelles données.

Il faut ensuite noter que le temps de maintien dans notre mémoire à long terme peut dépendre de plusieurs paramètres. Cécile Delannoy (2007) affirme que plus nous faisons subir un traitement profond à l'information mieux elle sera mémorisée. On entend par traitement profond de l'information le fait de manipuler l'information afin de l'encoder. Ainsi en mémoire de travail l'information peut être catégorisée, résumée, ou faire l'objet d'une mise en schéma. Toutes ces manipulations favoriseraient donc la mémorisation de l'information.

Un autre chercheur, Paivio (1969) est à l'origine de la théorie du double codage. Selon lui, les stimuli, une fois perçus peuvent être codés de façon imagée ou verbale, voire les deux. C'est d'ailleurs ce dernier point qui semble important du point de vue de la mémorisation, car celle-ci serait améliorée si pour chaque information verbale une information visuelle lui est associée. On peut d'ailleurs compléter ce propos par la théorie du triple codage proposée par Engelkamp (cité par Lieury, 2009), où un troisième type d'encodage améliorerait les performances de mémorisation. En effet, il préconise un codage moteur, en parlant de « l'apprentissage par l'action » (faisant référence à la mémoire procédurale).

Pour terminer cette partie il est important de clarifier un point sur des représentations qui se sont construites au fil du temps mais qui sont aujourd'hui erronées. La mémorisation et son efficacité ne dépendent pas du registre par lequel le stimulus a été perçu. En effet, des personnes se voient souvent qualifiées de visuelles ou d'auditives pour expliquer les différences de mémorisation à l'école par exemple. Cela repose sur les publications de De la Garanderie (1964) qui laissaient penser que la mémorisation était différemment opérationnelle selon si l'information était perçue par tel ou tel sens. Alain Lieury, (2003) qui a beaucoup travaillé sur la mémoire rappelle clairement que cette théorie est à présent dépassée. Aujourd'hui on tend plus à dire qu'il faut plutôt multiplier les registres d'entrées pour mieux mémoriser une information et non en privilégier un seul qui semble nous être le mieux adapté. Cela rejoint également la théorie des intelligences multiples de Gardner (1997). Selon lui rien ne doit amener à catégoriser les personnes selon telle ou telle intelligence. Il définit d'ailleurs huit intelligences : corporelle/kinesthésique, logique/mathématique, musicale/rythmique, naturaliste, verbale/linguistique, visuelle/spatiale, interpersonnelle et intrapersonnelle. On tend plus à dire aujourd'hui qu'il faut multiplier les entrées et ne pas se focaliser que sur une entrée qui correspond à un type d'intelligence.

III. Les cartes mentales et la mémorisation

Le processus de mémorisation étant exposé nous pouvons maintenant revenir aux cartes mentales et leur influence sur la mémorisation.

Comme nous avons pu le voir précédemment les cartes mentales présentent divers intérêts. Dans cette partie je vais donc exposer ceux liés à la mémorisation.

L'organisation d'une carte mentale s'oppose à une présentation linéaire des informations, tendant donc à plus se rapprocher de la manière dont notre cerveau fonctionne. En effet, la réalisation d'une carte mentale favorise l'établissement de liens entre les différents mots clés, mais également

l'établissement de liens avec nos connaissances que nous avons déjà en mémoire (D'Heygere-Lesure, 2012). Grâce aux flèches ou aux traits les liens sont matérialisés et peuvent même être clarifiés à l'aide de mots clés (disposés sur les traits). Le fait de mettre au clair tous ces liens apporterait donc une aide en terme de mémorisation. Comme nous l'avons vu, Cécile Delannoy (2007) affirme que mémoriser « équivaut à établir des liens », c'est à dire non pas à juxtaposer les idées comme pourrait le permettre l'élaboration d'une simple liste, mais plutôt à associer réellement les idées entre elles. De plus, en abordant le fonctionnement de la mémoire nous avons pu voir l'importance des allers retours entre mémoire à long terme et mémoire de travail, ainsi entre connaissances nouvelles et connaissances antérieures stockées en mémoire. Ausubel ajoute même « qu'aucune information ne peut devenir une connaissance tant qu'elle n'est pas reliée de façon significative aux connaissances antérieures de l'individu » (1968). Ceci est donc facilité ici en construisant une carte mentale.

Ensuite, si on va un peu plus loin que l'établissement de liens, la construction de la carte mentale oblige l'apprenant à classer et hiérarchiser ses idées. Cette étape dans la conception semble bénéfique pour mémoriser une information. L'étude de Bower, Clark et Winzenz (1969) a d'ailleurs montré l'importance de la hiérarchisation des idées pour faciliter la mémorisation des informations.

Le fait de catégoriser, de hiérarchiser, de transposer les idées sous forme de mots clés et pour finir d'un schéma (ici carte mentale) permet un traitement profond de l'information à retenir. On peut encore une fois citer Cécile Delannoy (2007) qui insiste bien sur l'importance du traitement que l'on fait subir à une information dans le processus de mise en mémoire.

Nous avons évoqué la théorie du double codage de Paivio (1969) dans la partie précédente. Nous pouvons alors le relier à l'utilisation des cartes mentales lors de la mise en mémoire. En effet, si l'apprenant utilise une carte mentale l'information pourra être codée de manière imagée mais également de manière verbale, une carte mentale pouvant associer images et mots. Le fait de

proposer l'information sous différentes formes au sein d'un même document peut donc présenter un intérêt en terme de mémorisation. Ainsi cela aidera l'apprenant à mémoriser plus efficacement les éléments du fait du double codage (voire triple codage, Engelkamp, 2009), des informations étant stockées dans différents types de mémoire (mémoire visuelle ou haptique...).

Il est également important d'aborder la compréhension, même si ici j'ai choisi de développer les intérêts en terme de mémorisation. L'élaboration d'une carte mentale oblige le réalisateur à extraire les mots clés du concept à transcrire sous forme de carte mentale dans un premier temps et ainsi à sélectionner les informations les plus importantes. Afin de construire une carte mentale cohérente il doit également réfléchir sur les liens qui unissent ses mots clés pour essayer de les relier sur un même schéma ; la carte mentale. Au fil de la construction de la carte, en manipulant les informations, les liens deviennent plus clairs et lorsque la carte mentale est terminée le concept est généralement beaucoup mieux compris par le réalisateur (Lepouder, Genty, 2008). Une carte mentale est donc une aide à la compréhension, la carte offrant d'ailleurs à la fin une vue synthétique et claire du concept. Pour en revenir à la mémorisation, Cécile Delannoy (2007), après avoir montré que les cartes mentales permettent une meilleure compréhension, ajoute que des informations comprises par l'apprenant seront toujours mieux mémorisées.

Pour terminer nous pouvons citer un dernier point. L'élaboration d'une carte mentale laisse une place importante à la créativité. C'est en 1981 que Roger Sperry, prix Nobel de médecine, à montré que les hémisphères droits et gauches de notre cerveau ne fonctionnaient pas de la même façon. Ainsi la réalisation d'une carte mentale demande le fonctionnement de l'hémisphère droit de notre cerveau qui traite tout ce qui relève des couleurs, des symboles et donc de la créativité. Mais la contribution de l'hémisphère gauche est également sollicitée, celui-ci traitant tout ce qui relève de la logique et de la linguistique. La conception des cartes fait donc travailler les deux parties de

notre cerveau en harmonie, ce qui correspond à un fonctionnement optimal de notre cerveau et est donc favorable à la mémorisation.

Dans cette étude, comme cité précédemment, je vais m'intéresser à l'influence de l'utilisation des cartes mentales sur la mémorisation en essayant de répondre à la problématique suivante : à l'école, les cartes mentales favorisent-elles la mémorisation des concepts de sciences ?

Pour étudier cette problématique je vais me baser sur l'hypothèse suivante : les élèves ayant construit et utilisé une carte mentale auront de meilleurs résultats que les élèves ayant travaillé à partir d'un texte de synthèse classique.

PARTIE MÉTHODOLOGIE

Pour tester les hypothèses énoncées précédemment il convient de mettre en place une expérimentation rigoureuse.

◆ **Classe support**

L'expérimentation est donc menée dans une classe de CE2. Cette expérimentation est menée à distance car la classe support n'est pas la mienne. De plus il m'était impossible de m'y rendre, la collègue ayant accepté de tester mon hypothèse dans sa classe est elle aussi PES et donc en classe les mêmes jours que moi.

Pour que l'expérimentation se déroule dans les meilleures conditions j'ai privilégié une classe qui était déjà familiarisée à l'usage des cartes mentales. Ceci n'étant pas possible j'ai donc choisi une classe qui allait pouvoir être familiarisée à ce nouvel outil dès la rentrée, mon expérimentation se déroulant en 4ème période. Le prérequis nécessaire à l'expérimentation était donc que la classe utilise les cartes mentales tout au long de l'année mais que les élèves en réalisent aussi le plus souvent possible.

La classe ainsi sélectionnée est une classe de 23 élèves de l'école du Crès à Millau.

◆ Procédure de l'expérimentation

L'expérimentation consiste à mettre en place une séquence de sciences dans la classe support. Afin d'évaluer les effets des cartes mentales sur la mémorisation, seule la moitié de la classe fera ses bilans (traces écrites) sous forme de carte mentale. L'autre moitié de classe écrira ses bilans de manière plus traditionnelle en recopiant la leçon au tableau. Ainsi l'évaluation proposée à l'issue de cette séquence sera la même pour les deux groupes mais elle sera préparée via un support différent : la carte mentale ou le texte de synthèse.

La séquence qui a permis de mettre en œuvre cette expérimentation concerne les mouvements du corps humain, en accord avec les programmes en vigueur.

Les mouvements du corps humain mettent en jeu différents organes de notre corps. Les liens entre ces différents organes sont indispensables pour que les mouvements se réalisent. La carte mentale paraît donc pertinente dans cette séquence car elle peut être un moyen de visualiser et de comprendre les liens entre les éléments fondamentaux.

Cette séquence est introduite à partir d'une situation dans la cour avec un ballon. Que se passe-t-il dans notre jambe quand elle bouge pour tirer dans le ballon ? La suite de la séquence prend appui sur un album (*Comment fabriquer son grand frère?*) qui raconte comment une petite fille fabrique le frère qu'elle n'a pas. C'est dans un premier temps le rôle des os qui est découvert, puis le rôle des muscles à partir d'une dissection de patte de grenouille.

Pour ne pas biaiser les résultats les deux groupes travaillent dans les mêmes conditions. La découverte des notions se fait avec toute la classe mais, pour les temps de bilan, la classe est scindée en deux groupes. Les élèves n'étaient d'ailleurs pas dans la même salle pour que les élèves ayant le texte de synthèse ne participent pas au bilan sous forme de carte mentale et inversement. Dans les deux cas ce sont les élèves qui construisent avec l'enseignant la trace écrite. Pour la carte mentale, les élèves seront guidés dans sa construction car il est difficile d'exiger la réalisation d'une carte mentale complète en CE2. Ils devraient tout de même être capables de construire,

seuls, une ébauche de carte mentale cohérente, puisqu'ils ont été familiarisés à la conception de cet outil tout au long de l'année. Cependant, il faut bien garder en mémoire que ces élèves ne peuvent pas encore être experts dans la construction de cartes mentales. En début de séance les mots clés sont recherchés ensemble et notés au tableau. Ensuite les élèves doivent organiser ces mots clés sur le brouillon sous forme de carte mentale. Toutefois, à la fin des séances de conception de la carte mentale, une mise en commun est prévue afin que tous les élèves aient la même trace écrite finale. Cela permet d'éviter de biaiser les résultats puisque dans le groupe ayant un texte de synthèse tous les élèves ont le même également.

Pour la création du texte de synthèse la même procédure est suivie (recherche des mots clés, organisation au brouillon sous forme de texte, mise en commun).

Au cours de cette séquence j'ai choisi de faire réaliser aux élèves une carte mentale dès les premières séances, puis, au cours de chaque séance celle-ci était enrichie avec les nouvelles connaissances. Cela facilite la construction de la carte qui peut s'avérer difficile en fin de séquence pour des élèves si jeunes et la présence de nombreux mots clés. Parallèlement, l'autre groupe a aussi réalisé des traces écrites intermédiaires pour fixer les savoirs au fur et à mesure de l'avancement de la séquence.

Afin de rassurer les élèves avant l'évaluation et de voir si la notion a bien été comprise dans l'ensemble, un temps en fin de séquence a été pris avec chaque groupe séparément. Ce temps permettait aux élèves de poser des questions si des choses n'étaient pas comprises. Ce moment était aussi l'occasion de reprendre la carte mentale. Comment la lire, où se trouvent les informations les plus importantes, mais aussi réexpliquer certaines branches et surtout faire un point sur comment étudier à la maison (cacher les branches..) avec une carte mentale.

◆ Récolte de données

Pour tester mon hypothèse j'ai proposé une évaluation en fin de séquence.

Elle avait pour objectif d'évaluer les connaissances et la compréhension. En effet, la première partie de l'évaluation (questions 1 à 4) concernait les connaissances. Les élèves devaient mobiliser le vocabulaire vu pendant la séquence. La seconde partie (questions 5 à 8) était plutôt tournée sur la compréhension. Cette partie demandait d'avoir compris les liens entre certains éléments et surtout les rôles des différents organes impliqués dans le mouvement du corps.

Cependant, l'évaluation n'est pas le seul support me permettant de recueillir des données. J'ai également récolté les brouillons sur lesquels les élèves ont fait leurs essais de construction de cartes mentales ainsi que la carte mentale finale que chaque élève a recopié dans son cahier.

◆ Traitement des données

En premier j'ai choisi de traiter les données des brouillons des cartes mentales. Afin de traiter au mieux ces données je me suis inspirée de l'étude menée par Thomas Longeon (2010) qui consistait à voir si des étudiants pouvaient être évalués à partir de la construction d'une carte mentale. J'ai donc retenus quelques uns de ces critères afin de l'adapter à mon expérimentation. Dans son étude, une carte de référence est comparée aux cartes produites par les élèves grâce à une matrice de critères qualitatifs et quantitatifs bien définie. La carte de référence utilisée ici est présentée en annexe n°2. Les critères portent à la fois sur les mots clés présents et leur catégorisation et hiérarchisation mais également sur l'organisation spatiale. J'ai donc retenus les critères intitulés « qualité de l'organisation des données », qui fait référence à la hiérarchisation des idées, et « degré de complexité de la structure », qui fait référence à l'organisation spatiale de la carte mentale. Le tableau des critères est présenté ci-dessous (tableau n°1).

	Critères d'analyse
Qualité de l'organisation des données	Nombre de niveaux hiérarchiques
Degré de complexité de la structure	Organisation spatiale en réseau
	Organisation spatiale en étoile
	Organisation spatiale en chaîne

Tableau 1: Matrice des critères d'analyse (inspirée de celle de T. Longeon)

Afin de bien comprendre cette matrice de critères il convient de bien définir à quoi correspondent les trois types d'organisation spatiale. Les schémas qui suivent (schéma 1, 2 et 3) représentent donc ces trois organisations. Le centre de la carte mentale (noyau) est toujours représenté sous forme de nuage, et, ensuite chaque niveau hiérarchique est représenté par une forme et une couleur différente afin de rendre plus lisibles ces représentations.

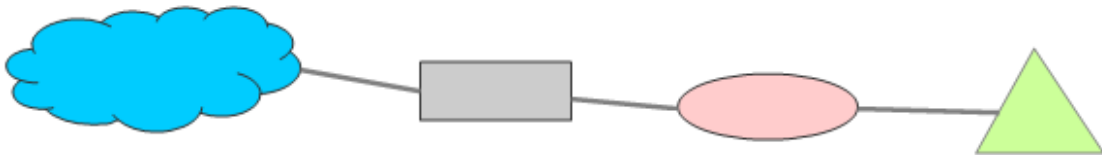


Schéma 1: Organisation spatiale en chaîne (schéma personnel)

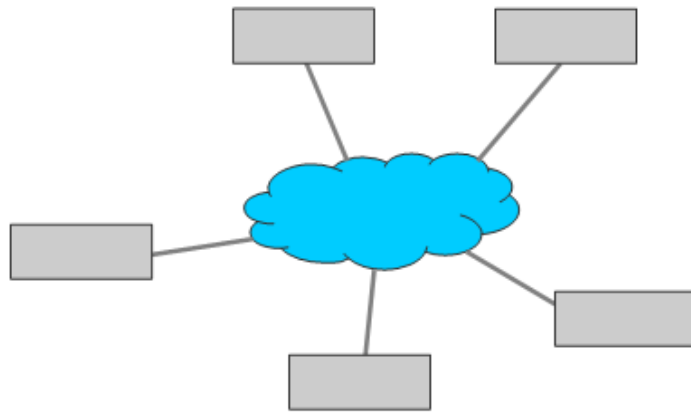


Schéma 2: Organisation spatiale en étoile (schéma personnel)

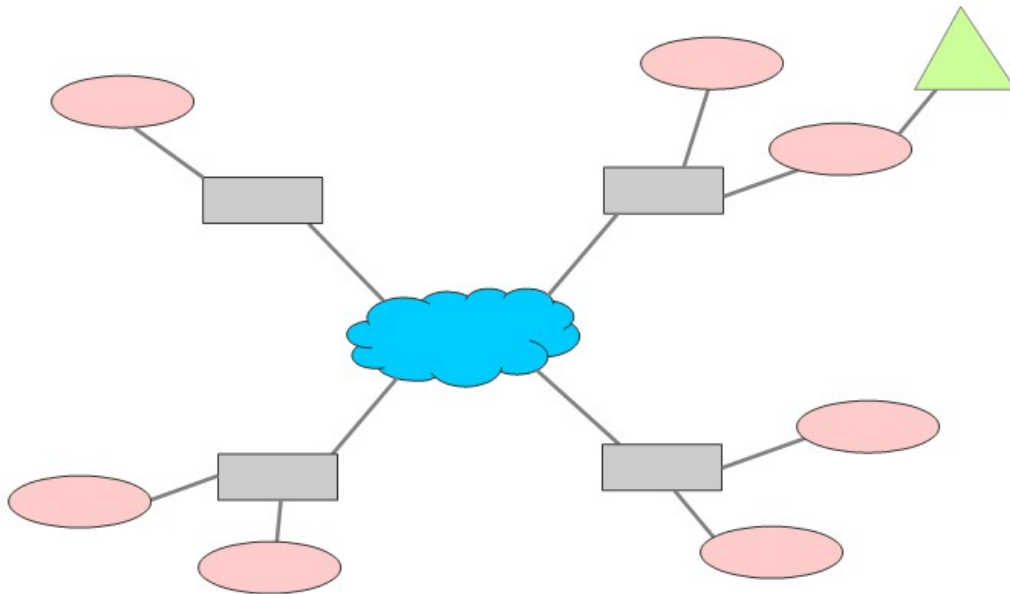


Schéma 3: Organisation spatiale en réseau (schéma personnel)

Pour en revenir au choix des critères, j'ai fait le choix ici de ne pas retenir le critère portant sur l'identification des mots clés, ceux-ci étant recherchés en commun avec l'enseignant avant la construction de la carte. Le critère portant sur la présence de liens croisés entre les éléments n'a pas non plus été retenu. En effet, ce critère n'était pas exploitable ici car les branches de la carte mentale ont été réalisées séparément lors de différentes séances, il était donc

difficile pour les élèves d'établir des liens avec les autres branches (pas toujours présentes sur la même feuille de brouillon d'ailleurs). Ce niveau d'exigence (présence de liens croisés) est d'ailleurs trop élevé pour des élèves n'étant que très peu familiarisés aux cartes mentales.

Ainsi les résultats seront classés en trois catégories selon l'organisation spatiale de la production et le nombre de niveaux hiérarchiques sera également référencés. Toujours dans un souci de lisibilité de ces résultats et pour faciliter l'analyse, sur les cartes mentales produites par les élèves des couleurs ont été ajoutées pour chaque niveau hiérarchique. Ainsi le premier niveau hiérarchique est repassé en vert, le deuxième en jaune, le troisième en bleu et le quatrième en marron.

Ensuite ce sont les cartes mentales présentes dans le cahier de chaque élève qui feront l'objet de mon analyse. La carte mentale présente dans le cahier est celle qui est recopiée par chaque élève en fin de séance suite à la mise en commun des productions. Elle est donc enrichie à chaque nouvelle séance. Le critère qui a été retenu ici pour analyser ces données est l'organisation spatiale de la carte mentale et plus particulièrement l'occupation de l'espace feuille par la carte mentale. Selon les élèves et leurs compétences de repérage dans l'espace les résultats obtenus pourront différer, c'est pourquoi ce critère est un point important de l'analyse des résultats. De l'organisation spatiale de la carte mentale découle la clarté et la lisibilité de celle-ci. Les cartes mentales seront donc scindées en deux catégories : celles présentant des problèmes d'organisation spatiale et celles où on ne rencontre pas de problème d'organisation spatiale.

Pour terminer ce sont les données recueillies au niveau de l'évaluation qui seront traitées. Comme nous l'avons vu, l'évaluation est composée de deux parties. Une partie a pour objectif d'évaluer les connaissances et l'autre partie la compréhension.

Concernant la partie connaissance le nombre de réponses correctes et incorrectes sera comparé dans les deux groupes (carte mentale et texte de

synthèse). Ensuite l'accent sera mis sur la deuxième question de cette partie où dans ce cas aussi le nombre de réponses correctes et incorrectes seront comparées dans les deux groupes. Cette question retient particulièrement mon attention car les réponses attendues correspondent aux branches principales (1er niveau) de la carte mentale. Une partie de la carte mentale de référence est présentée ci-dessous, montrant bien les quatre réponses attendues dans la deuxième question (cerclées de rouge ici). Cette question peut donc être un bon indice de l'influence de l'utilisation des cartes mentales sur la mémorisation des mots clés.

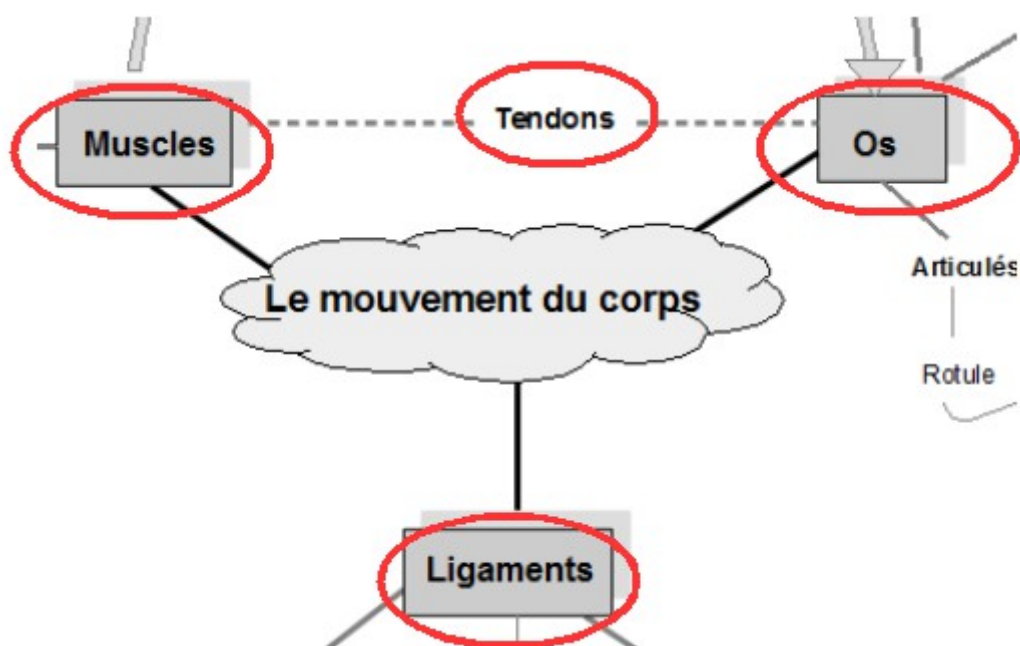


Schéma 4: Partie centrale de la carte mentale de référence (les réponses à la question n°2 sont entourées)

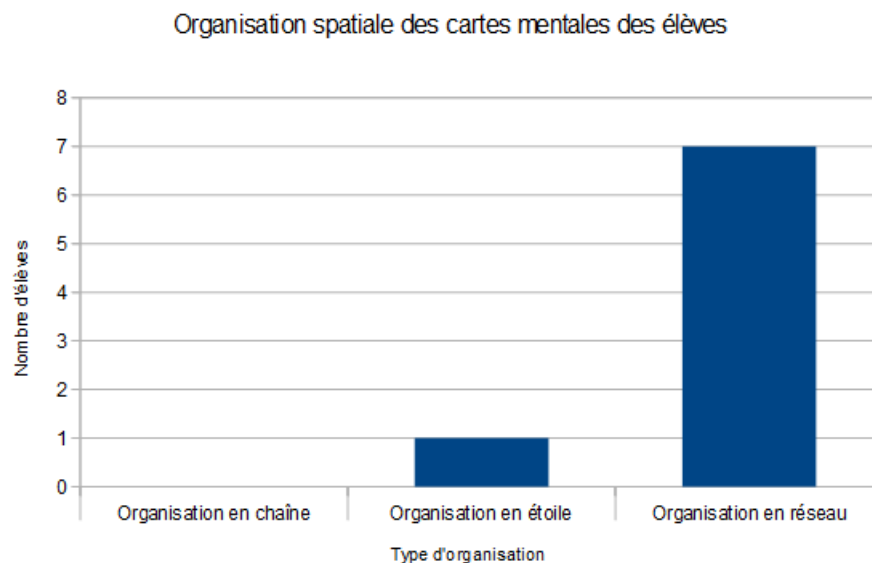
Les résultats de ces trois types de données seront ensuite croisés pour tenter de répondre du mieux possible à la problématique.

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Les résultats vont être présentés ici en trois grandes parties de la même manière que nous venons de le voir dans la partie consacrée au traitement des données. Au fur et à mesure de la présentation des résultats ceux ci seront commentés et interprétés.

◆ La construction des cartes mentales

Le premier paramètre pris en compte dans la construction des cartes mentales est le « degré de complexité de la structure » reflétant donc l'organisation spatiale de la production. Les productions des élèves ont été classées en trois catégories selon l'organisation spatiale de leur carte mentale (organisation en chaîne, en réseau ou en étoile). Les résultats sont présentés dans le graphique ci-dessous (graphique n°1).



Graphique 1: Histogramme de la répartition des élèves en fonction de l'organisation de leur carte mentale

Il apparaît donc que la plupart des élèves organisent leur carte mentale en réseau.

Les cartes mentales produites par Mélis (illustration n°3) et Noélie (illustration n°4) montrent ici les deux types d'organisation présents dans les productions de ce groupe d'élèves.

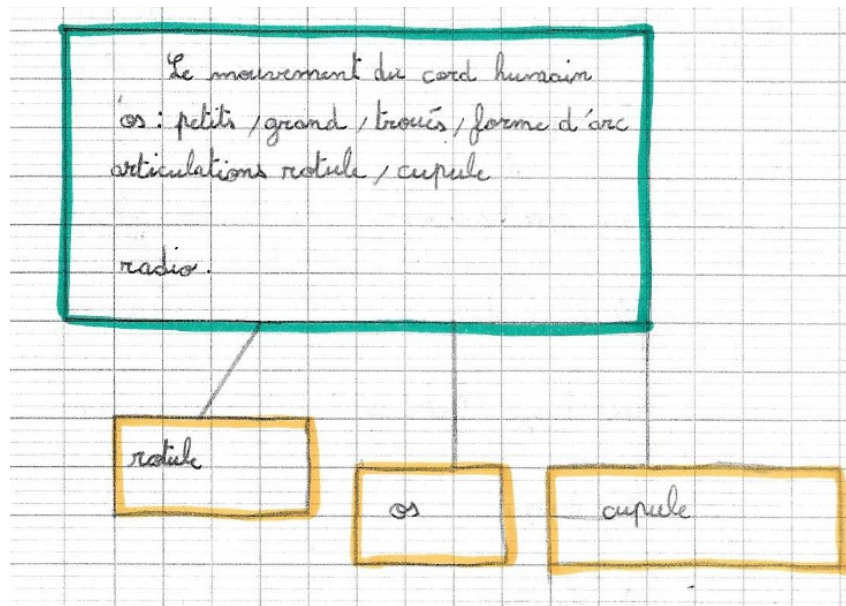


Illustration 3: Exemple de carte mentale présentant une organisation en étoile (produite par Mélis)

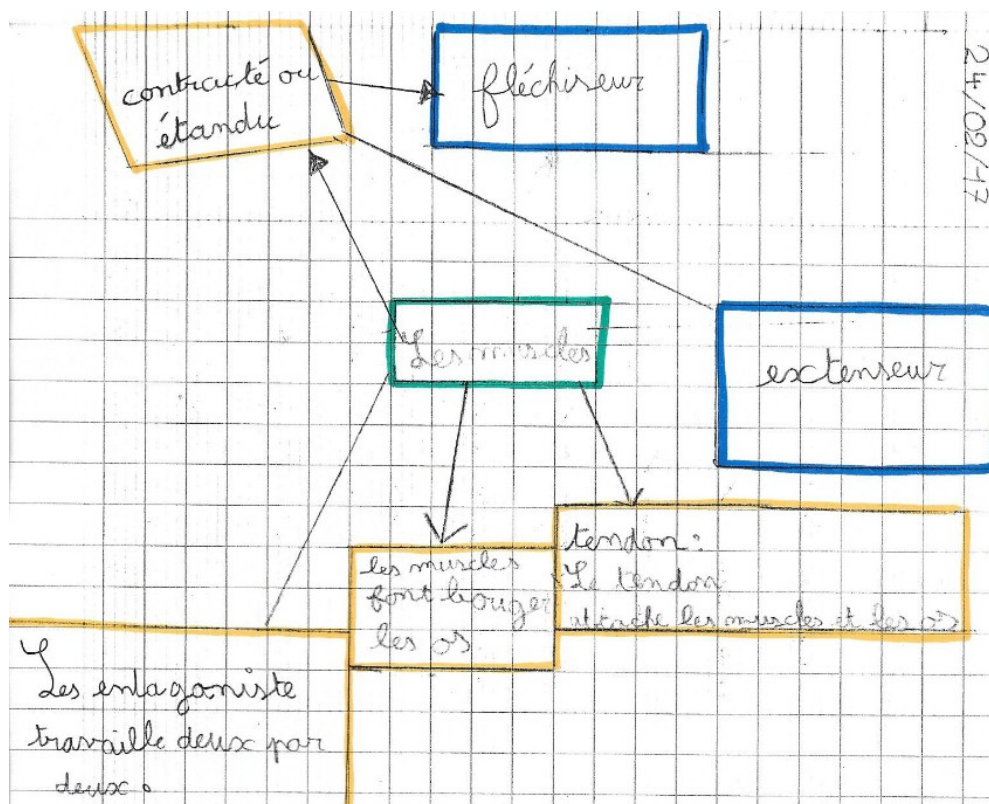


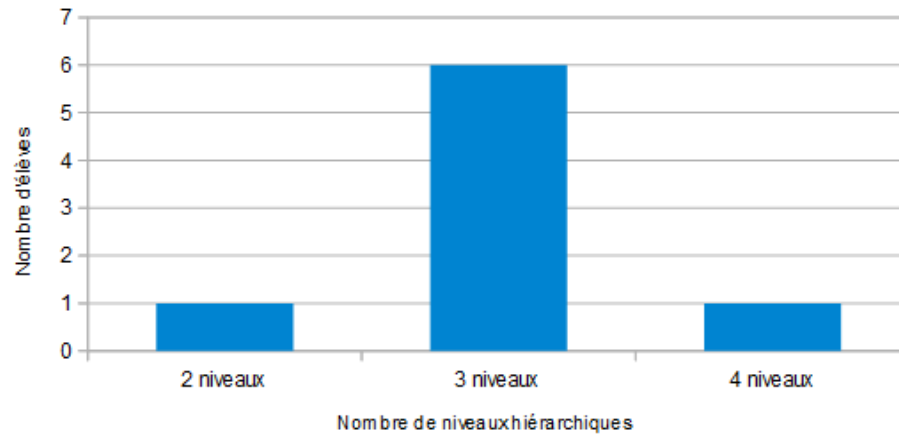
Illustration 4: Exemple de carte mentale présentant une organisation en réseau (produite par Noélie)

L'organisation en réseau est la plus experte et donc ici la plus proche de la carte de référence. Aucun élève ne présente sa carte mentale sous forme de chaîne ce qui traduit le fait que les élèves se sont familiarisés avec cette organisation particulière des idées et qu'ils parviennent à créer de réelles arborescences.

Cependant, il faut tout de même nuancer ces résultats. La construction de la carte mentale a été très guidée et répartie sur plusieurs séances. Ainsi le travail était présenté aux élèves à chaque séance comme la construction d'une nouvelle branche. Cette consigne est très inductrice et incitait donc les élèves à créer une arborescence autour du mot clé donné. Il est donc difficile de dire assurément que les élèves ont réellement construit une carte mentale en réseau du fait de ce guidage. Du moins, il faut retenir qu'ils ne l'ont pas fait entièrement seul. Cela peut donc impacter quelque peu cette expérimentation, l'hypothèse étant basée sur le fait que ce sont les élèves eux même qui construisent la carte mentale pour structurer leurs savoirs. Ici ce sont donc les élèves qui réalisent la carte mentale mais grâce à un guidage tout de même assez important, nous y reviendrons ensuite. Toutefois si on regarde la production de Noélie citée précédemment (illustration n°3), on peut voir qu'elle a réellement créé une arborescence pour la partie muscle et ne s'est pas contentée de disposer les termes en étoile autour du mot muscle, elle a ajouté des niveaux hiérarchiques. Cela traduit ici un bon niveau de maîtrise.

Il faut également tourner notre attention vers le critère « qualité de l'organisation des données » qui correspond aux niveaux hiérarchiques présents sur les productions. Les résultats sont présentés dans le graphique qui suit (graphique n°2).

Niveaux hiérarchiques des cartes mentales des élèves



Graphique 2: Histogramme de la répartition des élèves en fonction du nombre de niveaux hiérarchiques présents sur leur carte mentale

La majorité des élèves a produit une carte mentale à trois niveaux hiérarchiques. La carte mentale de référence compte quant à elle cinq niveaux (annexe n°2). Les élèves ne sont donc pas très éloignés de la carte mentale de référence avec la présence de trois voire quatre niveaux hiérarchiques pour certains (illustration n°5), ce qui semble être un très bon niveau de maîtrise pour des enfants de cet âge.



Illustration 5: Carte mentale présentant quatre niveaux hiérarchiques (produite par Gabriel)

Cependant ici aussi il convient de nuancer ces résultats. Comme nous l'avons vu précédemment, le travail de construction de la carte mentale est un travail très guidé. Cela vient quelque peu altérer les résultats du point de vue du nombre de niveaux hiérarchiques. En effet, étant donné qu'à chaque séance une nouvelle branche est créée cela induit fortement la présence d'au moins deux niveaux hiérarchiques (le noyau central et le mot clé de la branche à créer). On peut penser que, seuls, ces élèves n'auraient peut-être pas créé autant de niveaux hiérarchiques et que l'organisation rejoindrait plutôt une organisation en étoile. Si on regarde que la partie créée en une séance, comme ici la branche sur les muscles (illustration n° 6 et n°7), l'organisation se rapproche d'une organisation en étoile.

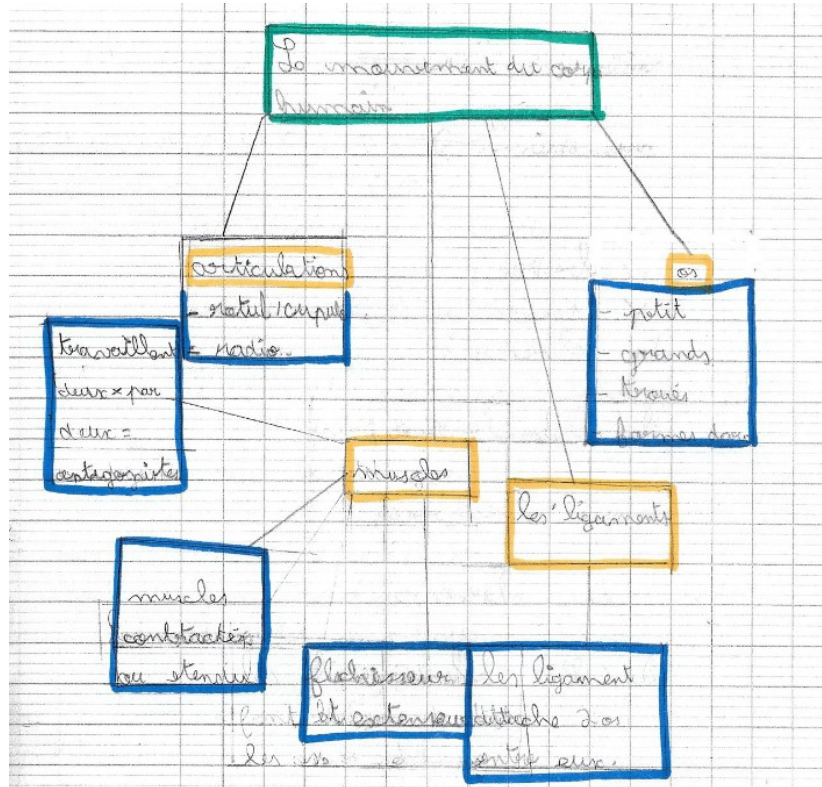


Illustration 6: Carte mentale illustrant la partie muscle en organisation en étoile (production d'Angélique)

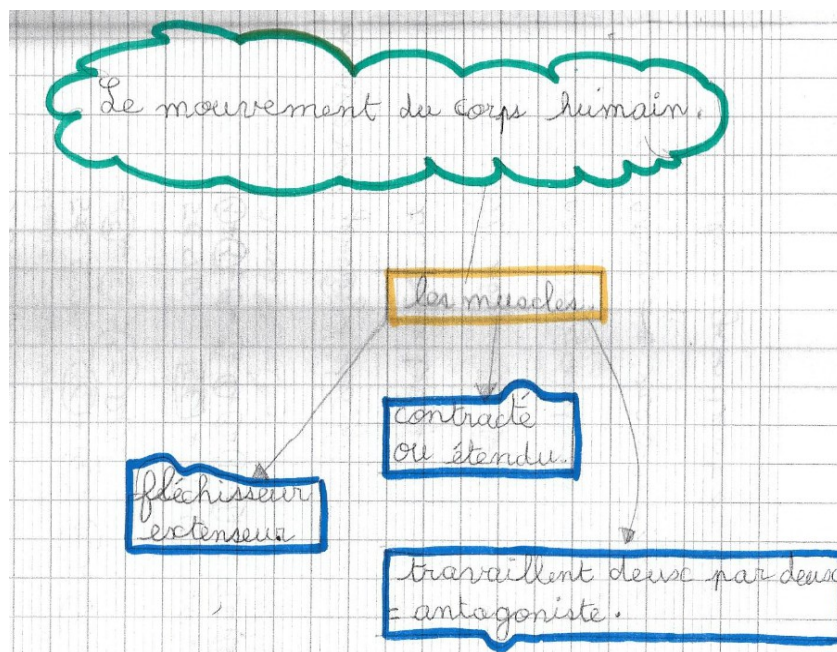


Illustration 7: Carte mentale illustrant la partie muscle en organisation en étoile (production de Kelvin)

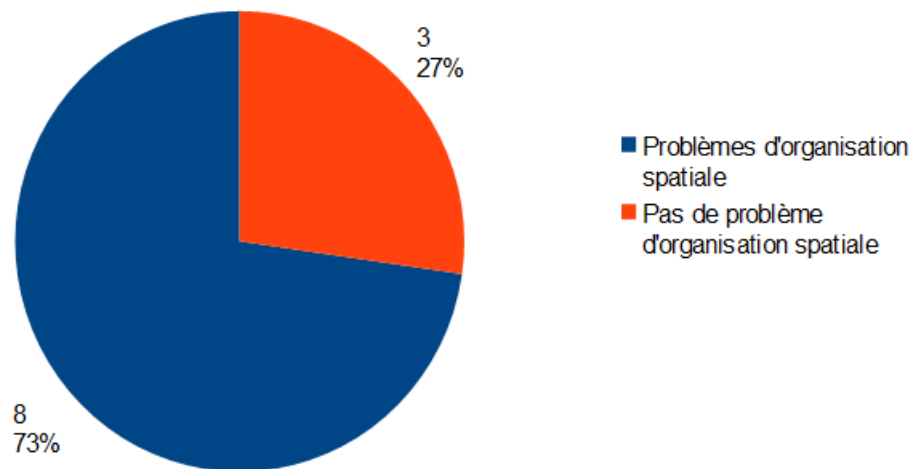
Toutefois certains élèves font l'effort de repartir du noyau central, ce qui montre un bon avancement des élèves dans la capacité à créer des cartes mentales. C'est le cas d'ailleurs ici dans les productions précédentes, de Kelvin et d'Angélique (illustration n°6 et n°7).

Cependant à cet âge là il aurait tout de même été compliqué de les laisser créer entièrement seuls leur carte mentale et de plus, sans intermédiaires comme cela a pu être le cas ici à chaque séance (création d'une nouvelle partie de la carte). Enfin il faut également noter que malgré ce guidage tous les élèves n'arrivent pas à obtenir quatre niveaux hiérarchiques, ce qui met bien en avant la difficulté du travail de construction.

◆ **Les cartes mentales de la leçon**

La carte mentale présente dans la leçon de l'élève correspond à ce que l'élève a recopié au tableau à l'issue de la mise en commun des productions du groupe. Cette leçon sous forme de carte mentale est donc complétée au fil des séances. On note l'apparition de problèmes qui n'étaient pas clairement anticipés à ce niveau là. En effet, lors de la copie des cartes mentales de grandes différences apparaissent, le modèle de copie étant pourtant bien le même pour tous les élèves. Cependant, ici d'autres compétences interviennent telles que la capacité à se repérer dans l'espace ou encore la capacité à s'organiser sur l'espace feuille. Il est donc important de tenir compte de ces résultats pour cette étude. Les traces écrites finales des élèves sont donc réparties en deux groupes ; les productions où un problème d'organisation spatiale est relevé et celles où il n'y a pas de problème d'organisation spatiale. Les résultats sont présentés dans le graphique qui suit (graphique n°3).

L'organisation spatiale de la carte mentale de la leçon



Graphique 3: Diagramme circulaire recensant les cartes mentales relevant des problèmes liés à l'organisation spatiale

Seulement trois productions ne révèlent pas de problèmes d'organisation spatiale, ce qui nous montre bien que la copie d'une carte mentale n'est pas chose aisée et que c'est un point qu'il faut anticiper. Parmi ces trois productions, on peut citer la carte mentale d'Angélique (illustration n°8), ou encore de Raphaël Calmels et de Fatine (annexe n°3).

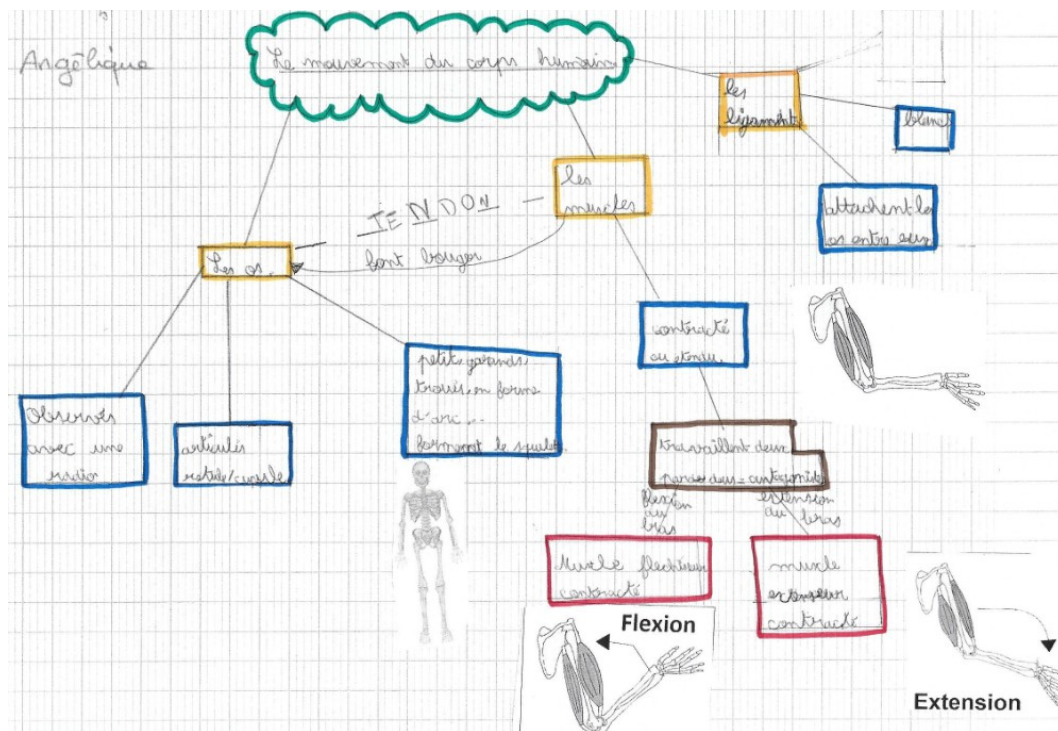


Illustration 8: Carte mentale de la leçon ne relevant pas de problème d'organisation spatiale (production d'Angélique)

Parmi les huit productions où des problèmes d'organisation spatiale sont révélés il faut tout de même analyser plus précisément les types de problèmes qui découlent des difficultés d'organisation spatiale. En effet, tous les problèmes rencontrés sur les productions ne sont pas du même ordre. Tout d'abord ces difficultés d'organisation spatiale peuvent amener les élèves à modifier la hiérarchie de la carte référente. Cette conséquence semble la plus importante car la hiérarchisation des idées est un point clé de la carte mentale. Certains élèves ont ajouté une branche comme on peut le voir sur la production de Raphaël Cassan ci-dessous avec l'ajout d'une deuxième branche « muscle » (illustration n°9).

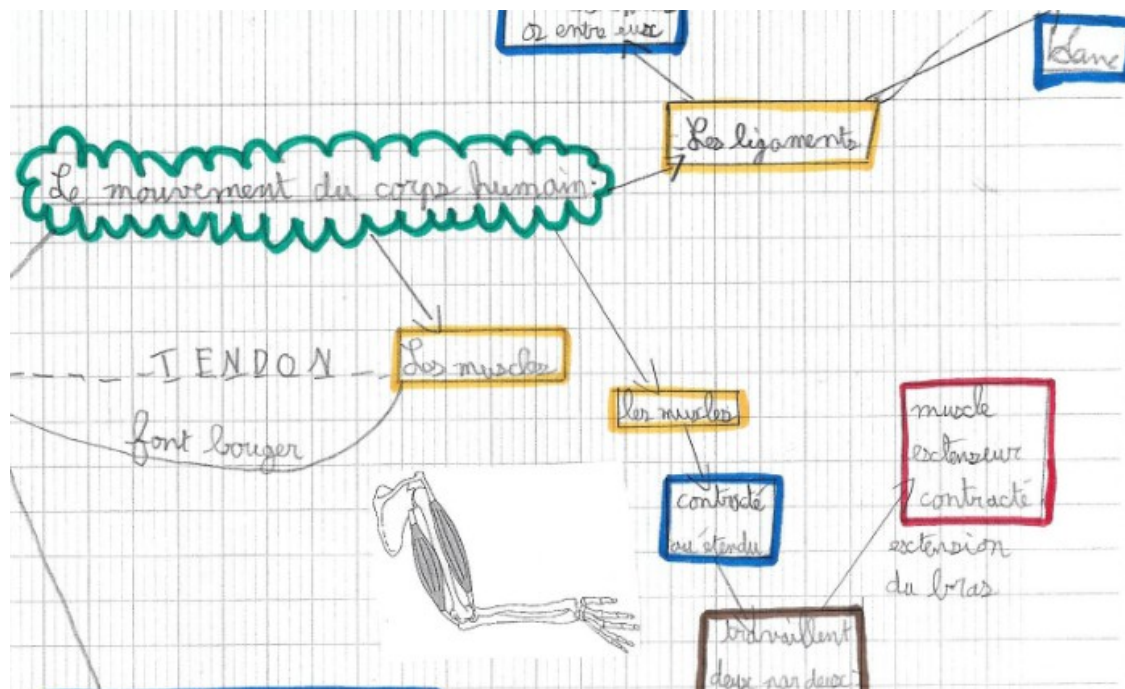


Illustration 9: Partie d'une carte mentale où une branche a été rajoutée (production de Raphaël Cassan)

D'autres ont ajouté un niveau hiérarchique, ce qui altère le sens de la carte mentale. C'est ce qu'a fait ici Léon sur sa branche « muscles », le manque de place le pousse à créer un niveau supérieur, représenté ici en violet (illustration n°10). En ajoutant ce niveau hiérarchique, la carte mentale perd de sa cohérence et peut poser des problèmes de compréhension à l'élève par la suite.

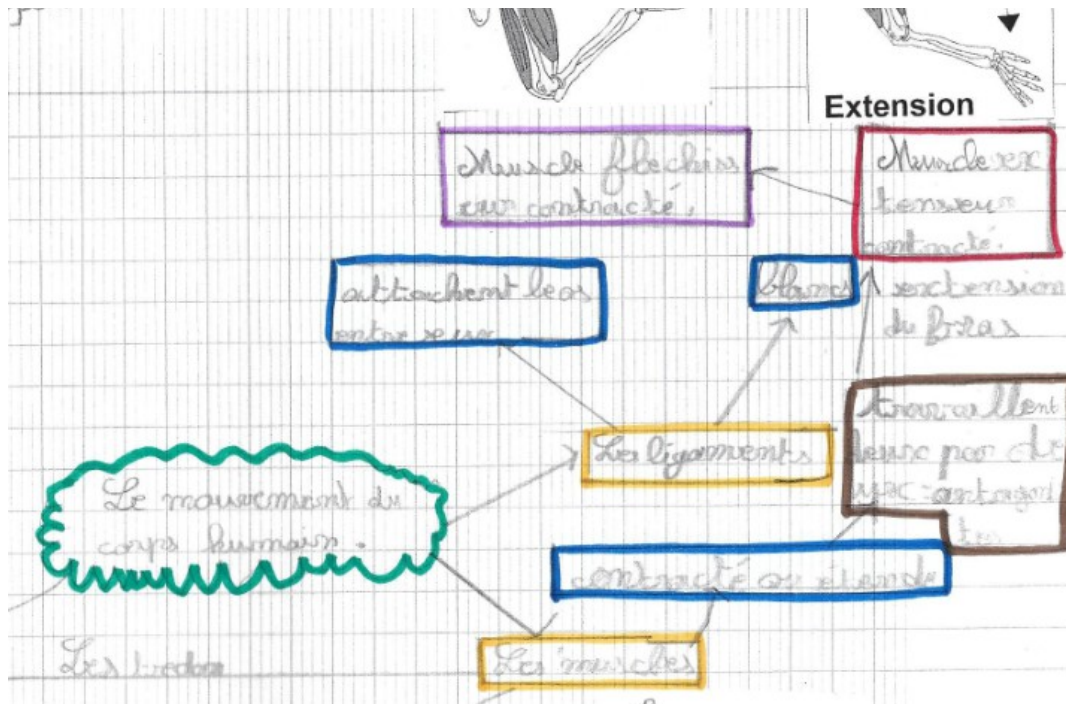


Illustration 10: Partie d'une carte mentale où un niveau hiérarchique est ajouté (production de Léon)

Ensuite, d'autres élèves sont amenés à déplacer les images, faute de place à l'endroit voulu. Les liens entre les images et les mots clés ne sont plus immédiats et cela peut venir altérer la compréhension de certains élèves qui n'arriveront pas à retrouver les liens automatiquement en reprenant leur carte mentale. Encore une fois un des points positifs de la carte mentale (présence de l'image juste à côté du mot clé correspondant) peut être très rapidement écarté lors de la simple copie de la trace écrite. C'est le cas ici de plusieurs élèves comme Mathis, Noélie ou encore Mélis (leur productions sont en annexe 5). Ci dessous (illustration n°11) un extrait de la production de Mathis où l'image présentant la flexion ne se trouve plus à côté des termes « muscle fléchisseur contracté ».

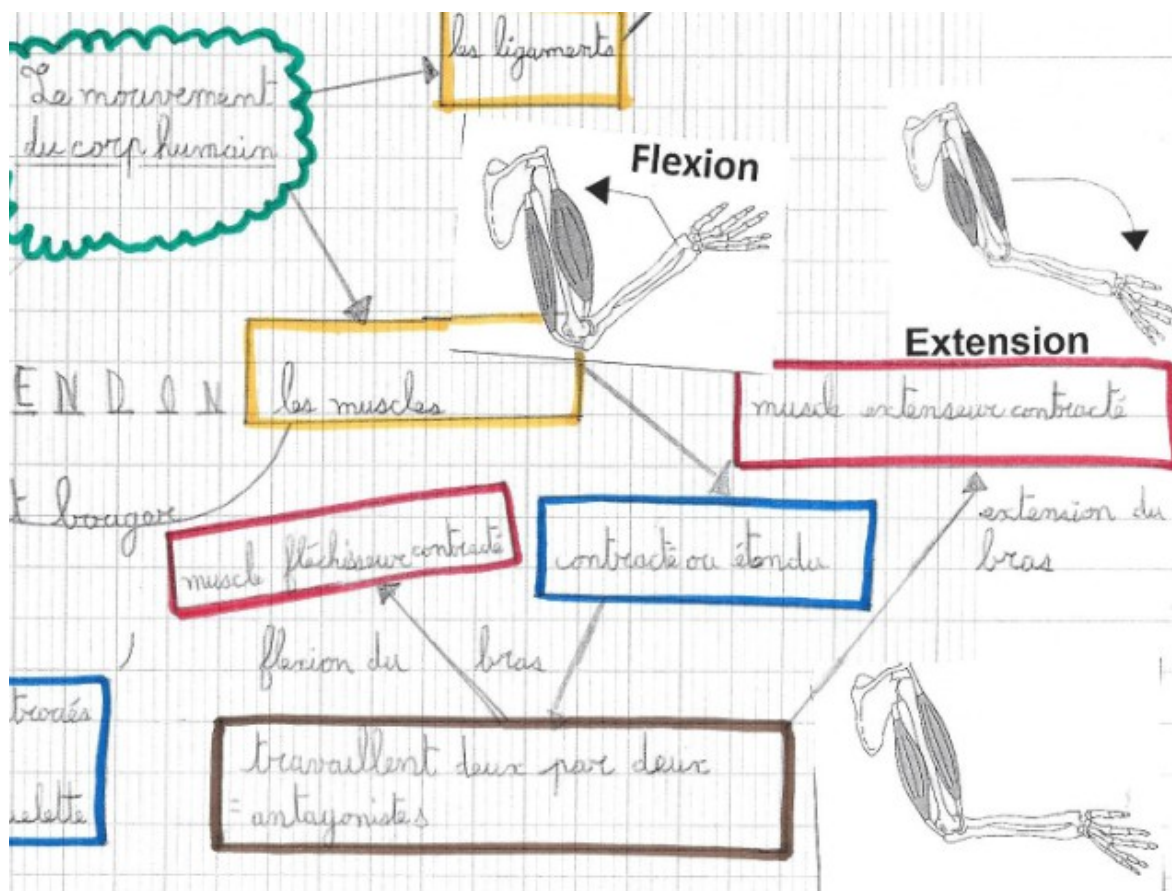


Illustration 11: Partie d'une carte mentale où les images ne sont plus à côté des mots clé correspondants (production de Mathis)

Un autre problème qui découle d'une difficulté d'ordre spatial est la clarté et la délimitation des branches. Par manque d'espace, certains élèves se retrouvent à revenir en arrière ou bien à dévier les mots clés vers une branches située à côté. Cela donne une carte mentale qui semble peu organisée, même si pourtant les liens sont correctement établis (flèches présentes au bon endroit...). La limite entre les différentes branches est donc ambiguë et n'apparaît pas rapidement à la vue de la carte. C'est ce qu'on retrouve sur les cartes mentales de Wassyla (annexe n°6) ou Gabriel (illustration n°12 et annexe n°6).

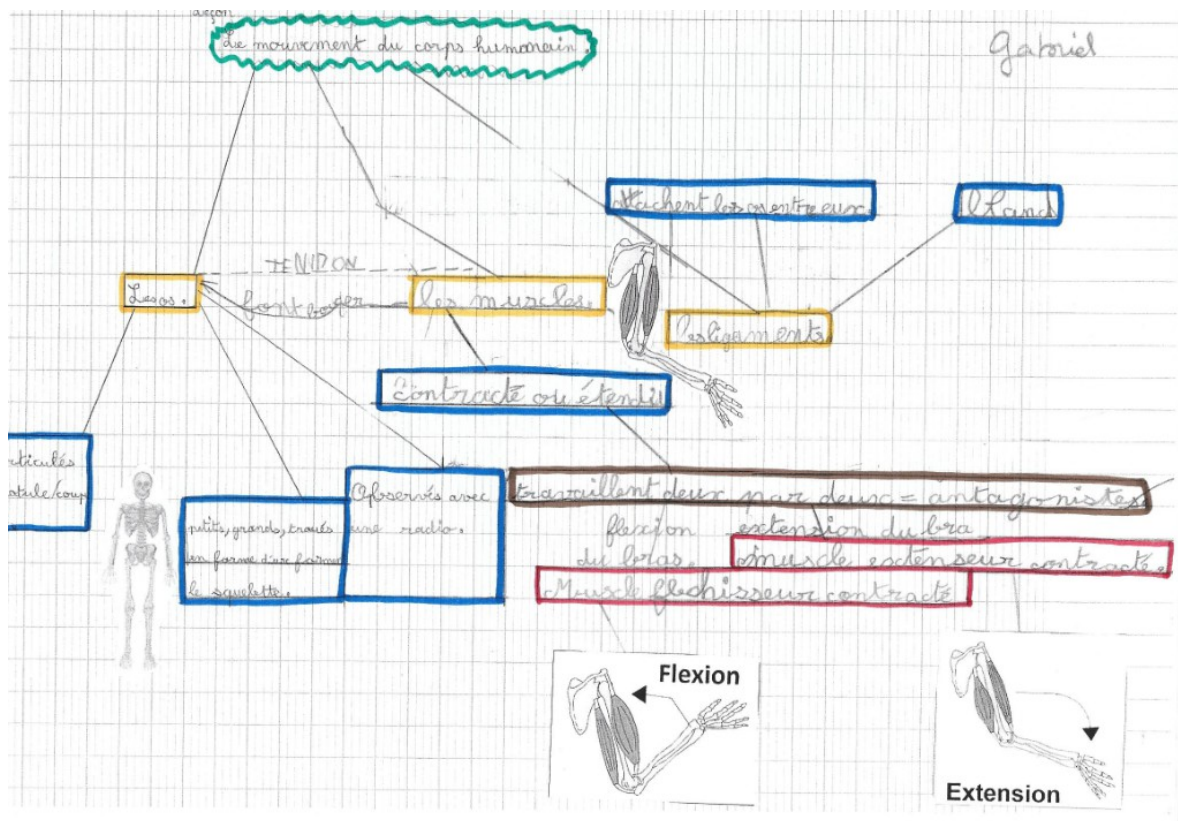


Illustration 12: Carte mentale où les éléments sont condensés entraînant un manque de clarté (production de Gabriel)

Pour finir, certains élèves se trouvent obligés de terminer leur carte mentale sur une autre page par manque de place (production de Kelvin, annexe n°7).

Il convient aussi de comparer la carte mentale de référence (annexe 2) avec ce qui a été proposé au tableau par l'enseignant. La carte n'a pas été projetée sur un TBI par exemple, mais construite au fur et à mesure avec les élèves et écrite au tableau par l'enseignant. L'enseignant avait donc la carte de référence en tête mais ne la pas proposée à l'identique aux élèves. Cela rejoint donc ce problème d'organisation dans l'espace non anticipé car je n'ai pas précisé à l'enseignante qu'il était important que les éléments soient disposés comme sur la carte de référence et qu'il était primordial de bien faire attention à la présentation sur le tableau. Ci dessous les photos du tableau que les élèves ont

recopié (illustration n°13 et n°14).

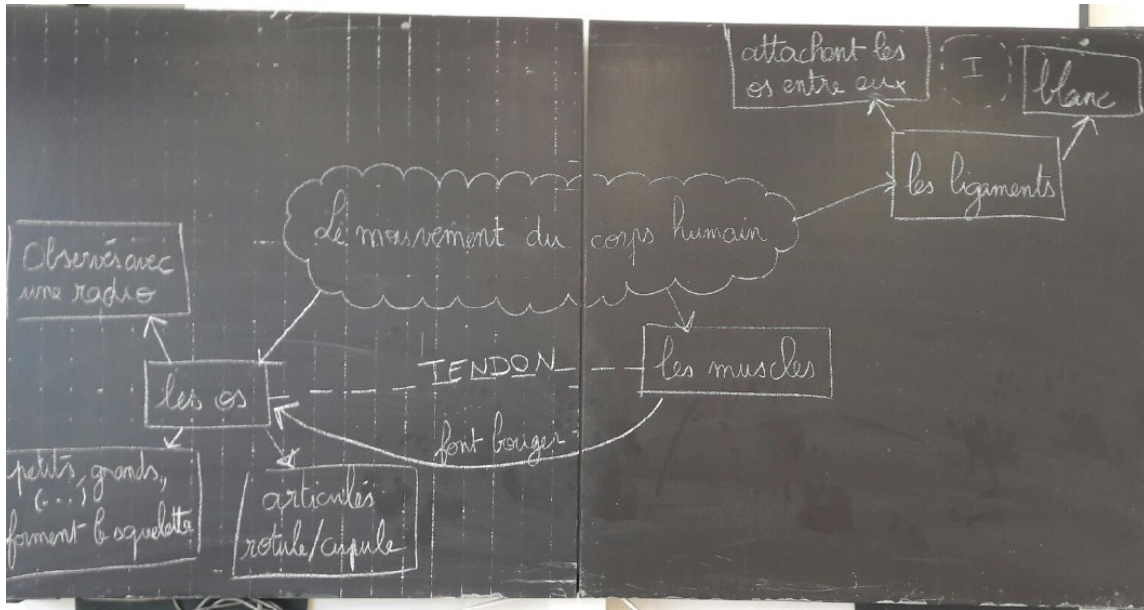


Illustration 13: La carte mentale du tableau concernant la branche « os » et « ligament »

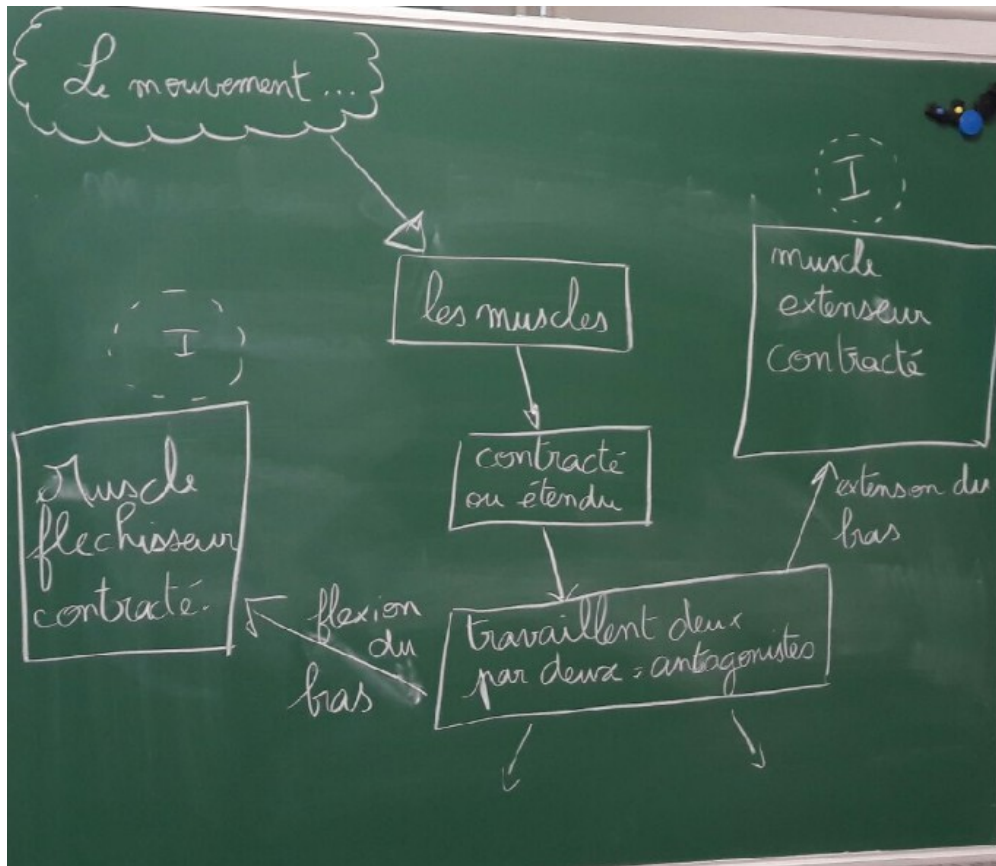


Illustration 14: La carte mentale du tableau concernant la branche « muscles ». Les I représentent les images à coller.

On s'aperçoit donc que ce n'est pas toujours fidèle à la carte de référence et que l'organisation sur le tableau n'est pas assez réfléchie pour aider les élèves. Ces problèmes d'organisation spatiale sur la feuille auraient peut être pu être considérablement diminués si cela avait été anticipé. La carte mentale aurait pu être projetée au tableau par exemple, les branches pouvant être dépliées au fur et à mesure, ainsi les élèves auraient pu voir où disposer les éléments sur un espace bien défini. De plus les éléments seraient restés à la même place au fil des séances, ce qui n'est pas toujours le cas lorsque la carte est refaite à nouveau sur le tableau.

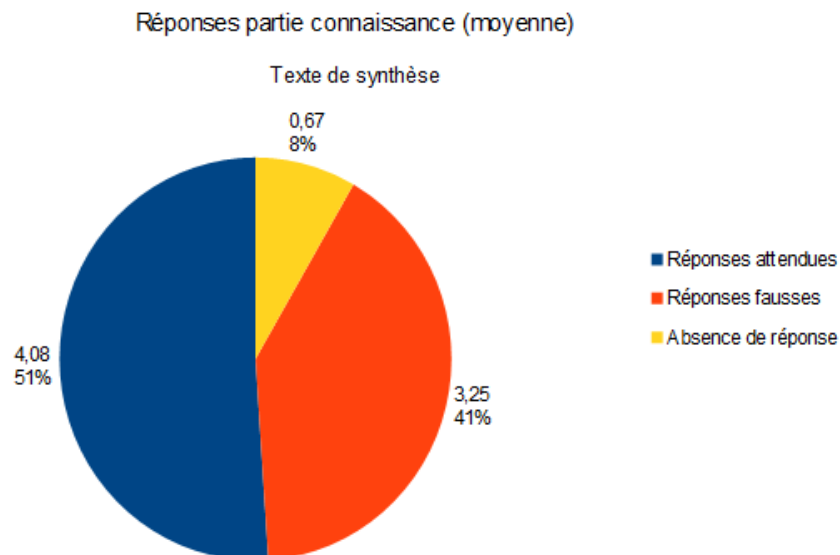
Pour palier ces problèmes dus à des difficultés d'ordre spatial plusieurs paramètres auraient pu être anticipés. Afin d'améliorer la lisibilité de la carte des couleurs auraient pu être utilisées. En effet, en choisissant une couleur par branche cela aurait permis de mieux les distinguer et de savoir immédiatement quelle information appartient à quelle branche sans avoir à remonter le réseau de flèches (annexe n°2'). Cela rendrait donc la carte plus claire visuellement. Toujours par soucis de lisibilité, les niveaux hiérarchiques auraient pu être plus marqués. Par exemple, le mot clé principal de la branche pourrait être entouré au feutre pour le mettre en valeur (de la couleur de la branche). Ensuite, afin de gérer au mieux les problèmes dus au manque d'espace des étiquettes pourraient être utilisées. A chaque séance les élèves pourraient alors repositionner les étiquettes seulement maintenues avec des pastilles repositionnables et ainsi réorganiser les branches au fur et à mesure de l'arrivée de nouvelles informations sans jamais se retrouver avec un espace inoccupé et un autre surchargé une fois la copie terminée. Pour des élèves débutants avec les cartes mentales ce moyen peut être très intéressant pour conserver les atouts d'une carte mentale tout en contournant les problèmes d'organisation spatiale dus à l'écrit qui est plus difficilement réorganisable. Les couleurs peuvent aussi être appliquées au système d'étiquettes.

◆ L'évaluation

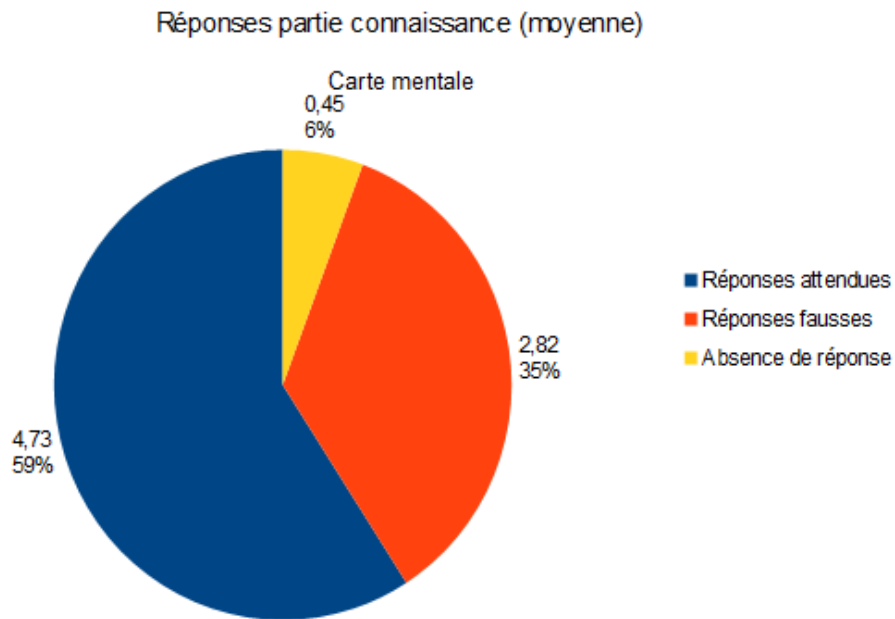
L'analyse de l'évaluation va être traitée en deux parties, correspondant à la structure de l'évaluation. La partie connaissance va d'abord être présentée, incluant ce qui concerne le réinvestissement du vocabulaire de la séquence, puis la partie compréhension sera présentée ensuite, prenant en compte ce qui relève des liens entre les différents éléments et leur restitution.

- Les connaissances

Afin de traiter les résultats obtenus pour cette évaluation les réponses de la première partie, soit les questions 1, 2, 3 et 4, sont réparties en 3 catégories ; réponses attendues (vocabulaire correct), réponses fausses et absence de réponse. Pour chaque groupe (groupe ayant la carte mentale et groupe ayant le texte de synthèse) le nombre de réponses correspondant à ces trois catégories a été comptabilisé. Les graphiques (graphique n°4 et n°5) ci dessous présentent ces résultats en mettant en avant le nombre moyen de réponses par catégories.



Graphique 4: Diagramme circulaire représentant les réponses obtenues pour la partie connaissance de l'évaluation chez les élèves ayant utilisé le texte de synthèse.



Graphique 5: Diagramme circulaire représentant les réponses obtenues pour la partie connaissance de l'évaluation chez les élèves ayant utilisé la carte mentale.

On note 51% de réponses attendues chez les élèves ayant utilisé le texte de synthèse contre 59% de réponses correctes chez les élèves ayant utilisé la carte mentale. La partie concernant les connaissances semble donc mieux réussie chez les élèves ayant utilisé la carte mentale lors des révisions. Cela peut donc être un indicateur sur le fait que les cartes mentales favorisent la mémorisation des termes importants, ceux-ci étant mis en valeur dans la carte mentale. Toutefois ces résultats ne semblent pas significatifs, les différences de résultats n'étant pas très marquées et l'échantillon de population étant petit. De même, les résultats concernant l'absence de réponse ne peuvent être exploités, aucune différence n'étant constatée entre les deux groupes. Le support de travail ne semble pas ici avoir une influence sur le nombre de questions laissées sans réponse.

Pour cette partie il convient tout de même de s'interroger sur la question n° 2, qui, comme nous l'avons vu précédemment, demande de restituer les termes

correspondants aux branches principales de la carte mentale. Cela va donc nous permettre d'analyser plus finement les résultats de cette évaluation et discuter ces résultats au regard de l'influence de l'utilisation des cartes mentales sur la mémorisation. Les graphiques ci dessous (graphique n°6 et n°7) présentent les résultats de la question n°2 dans les deux groupes.



Graphique 6: Diagramme circulaire représentant les réponses obtenues à la question n°2 chez les élèves ayant utilisé le texte de synthèse.



Graphique 7: Diagramme circulaire représentant les réponses obtenues à la question n°2 chez les élèves ayant utilisé la carte mentale.

Globalement on peut dire que les élèves ayant révisé leur leçon avec la carte mentale répondent mieux à cette question n°2 avec 66% de bonnes réponses, contre 55% de réponses correctes pour les élèves ayant utilisé le texte de synthèse. Cette question peut mettre en avant ici le fait que les mots clés des branches principales, étant plus en valeur que les autres sont mieux retenus et ainsi mieux restitués. Cependant ces résultats ne sont pas assez tranchés pour nous permettre de conclure sur le fait que les cartes mentales aident à mieux mémoriser. On peut se référer à la partie connaissance de l'évaluation d'Angélique et de Léon (annexe n°8) que j'ai sélectionné pour représenter les résultats des élèves à cette partie.

Les résultats auraient peut-être été plus significatifs si les couleurs et les étiquettes avaient été utilisées et avaient permis de rendre leurs cartes mentales plus claires et plus lisibles. Il faut noter que les cartes mentales obtenues diffèrent beaucoup de la carte de référence et ne sont pas toujours très claires.

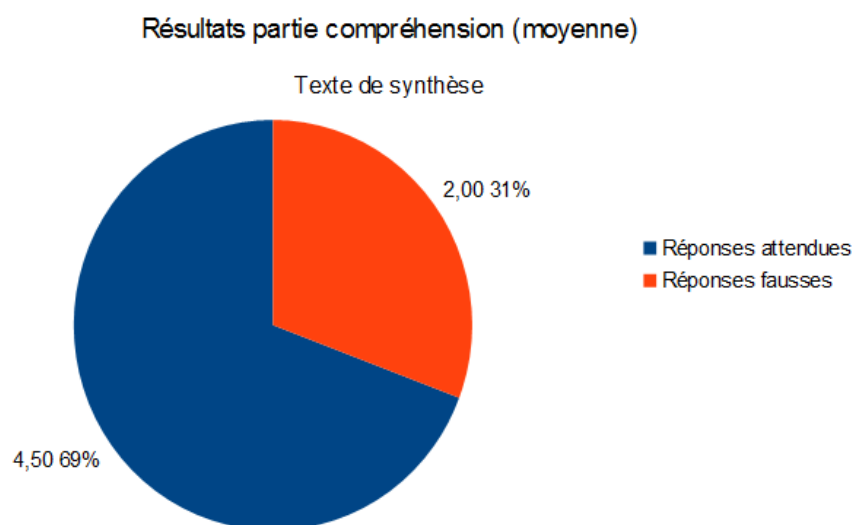
Il faut aussi noter qu'une corrélation est possible avec les cartes mentales de la leçon des élèves (support de leur préparation à l'évaluation). Trois élèves ayant la carte mentale ont restitué les quatre réponses attendues pour la question n°2. Ces élèves (Angélique, Raphaël Calmels et Mélis) correspondent à des élèves dont la carte mentale de leur leçon (annexe n°3 et n°5) était claire et pour lesquels nous n'avons pas relevé de problèmes particuliers dus à l'organisation spatiale (mis à part Mélis qui avait seulement une image décalée par rapport à un mot clé). Une carte mentale claire et bien lisible permettrait de mieux retenir les informations importantes.

Toutefois, parmi les élèves ayant révisé avec le texte de synthèse, cinq élèves parviennent à donner les quatre bonnes réponses de la question n°2 (annexe n°9, évaluation de Jeanne Cécile et Marion). Des conclusions sont donc difficiles à tirer de cette partie étant donné que plus d'élèves réussissent à répondre entièrement à cette question dans le groupe ayant utilisé un texte de synthèse, même si la moyenne de bonnes réponses est la plus élevée dans le

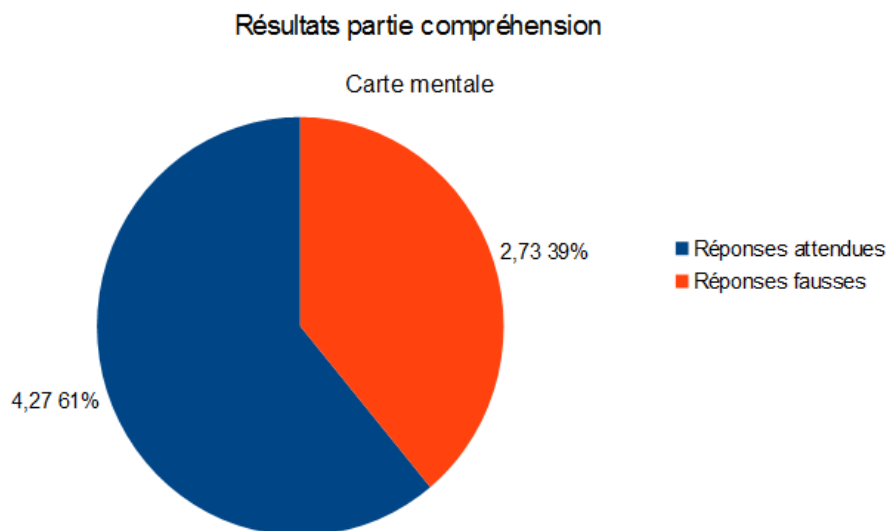
groupe ayant utilisé la carte mentale.

- La compréhension

Les résultats sont présentés de la même manière pour la partie compréhension. Les réponses correctes et erronées sont représentées, pour chaque groupe, dans les graphiques ci-dessous (graphique n°8 et n°9).



Graphique 8: Diagramme circulaire représentant les réponses obtenues pour la partie compréhension de l'évaluation chez les élèves ayant utilisé le texte de synthèse.



Graphique 9: Diagramme circulaire représentant les réponses obtenues pour la partie compréhension de l'évaluation chez les élèves ayant utilisé la carte mentale.

Pour cette partie la tendance inverse semble apparaître. La partie concernant la compréhension est mieux réussie pour le groupe ayant utilisé le texte de synthèse. Les différences de résultats ne sont encore une fois pas très marquées. Il est donc difficile de conclure. On peut toutefois se référer aux annexes 10 et 11 où sont présentées, pour chaque groupe, deux évaluations représentatives des résultats obtenus pour la partie compréhension.

Cependant ces résultats peuvent mettre le doigt sur une limite des cartes mentales. En effet, dans la leçon sous forme de texte, les liens entre les différents éléments sont expliqués clairement contrairement à la carte mentale où les liens sont simplement traduits par les flèches ce qui implique de connaître la signification de ces flèches. On approche donc ici une limite des cartes mentales qui amène à s'interroger sur la compréhension et l'appropriation de la carte mentale d'autrui. Ici la carte mentale de l'enseignant est imposée aux élèves après qu'ils aient tenté de réaliser la leur. Cette manière de faire est-elle réellement pertinente ? A cet âge là il est difficile de la laisser réaliser seuls aux élèves, toutefois il faut qu'ils participent à sa

construction le plus possible. Si on revient au système d'étiquettes, les élèves pourraient les organiser seuls dans un premier temps, puis, l'enseignant pourrait réguler individuellement pour que les élèves eux même modifient leur carte mentale jusqu'à ce qu'elle soit cohérente. Cela éviterait d'imposer une carte mentale aux élèves qu'ils n'arrivent pas systématiquement à s'approprier. Le système d'étiquettes permet tout de même de s'assurer que tous les élèves aient les mots clés souhaités.

On peut également mettre en corrélation les résultats de cette partie compréhension avec les cartes mentales de la leçon de chaque élève. On s'aperçoit que pour les élèves où des problèmes d'organisation spatiale (altérant la clarté de la carte) ont été repérés la partie compréhension a été beaucoup moins bien réussie. C'est le cas par exemple de Kelvin (annexe n°7) et Léon (annexe n°4) qui ont restitué deux bonnes réponses sur les sept attendues. La clarté de la carte semble être de toute évidence un facteur qui altère la compréhension des liens entre les éléments.

DISCUSSION

Pour terminer cette étude il convient de mettre en regard ces résultats avec les études déjà faites sur ce sujet, tant sur le processus de mémorisation que sur l'utilisation des cartes mentales.

Premièrement, revenons sur ce qui concerne la compréhension et la conceptualisation d'une notion à partir d'une carte mentale, car ces deux points sont très étroitement liés à la mémorisation, qui m'intéresse ici dans cette étude.

La construction de cartes mentales permettrait de mieux comprendre des informations sur un même sujet (Genty, Lepouder, 2008). La construction d'une carte nous poussant à réaliser un réel travail de réflexion aiderait à établir des liens entre les différents éléments, mais également des liens avec nos connaissances antérieures (D'heygère-Lesure, 2012). Dans cette étude il est difficile de conclure sur ce point. En effet, les résultats visant à restituer le niveau de compréhension des élèves ne va pas en faveur du groupe ayant construit et utilisé la carte mentale pour réviser leur leçon. Cependant, il faut garder en tête que ce sont des enfants jeunes et qui sont peu familiarisés à une utilisation des cartes mentales.

Toutefois, la partie concernant les connaissances a été mieux réussie chez les élèves ayant utilisé la carte mentale. Ce travail de réflexion exigé par la construction de la carte mentale a peut être permis aux élèves de mieux fixer le vocabulaire spécifique à cette notion dans leur mémoire. Concernant la partie compréhension on peut émettre des hypothèses quant aux moins bons résultats obtenus. Sur une carte mentale les liens sont plus implicites (flèches) que dans le texte de synthèse où ils sont clairement écrits. Au moment de reprendre la leçon à la maison, malgré les temps pris en classe pour s'assurer que tous les élèves aient bien compris cette carte mentale, certains élèves ne sont peut être pas parvenus à retrouver les liens entre les différents mots clés. Cela a donc pu altérer leur compréhension, or comme le précise Cécile Delannoy (2007), ce qui est compris est mieux mémorisé.

Revenons à présent sur la construction de la carte mentale. Il faut tout d'abord noter que la conception d'une carte mentale n'est pas chose aisée et que sa maîtrise nécessite un long et difficile apprentissage (Faletti, Fisher, 1996). Dans cette classe les élèves sont familiarisés à l'usage des cartes mentales depuis la rentrée de septembre, l'étude étant réalisée sur la troisième période. Ce temps est donc relativement court pour se familiariser avec ce nouvel outil qui est en rupture avec la présentation habituelle des données (Chabriac, Font, Manabéra, 2013). De plus, durant ce temps là les élèves n'ont pas toujours construit les cartes mentales, il s'agissait souvent de cartes à trous ou bien de cartes mentales fournies par l'enseignant de cette classe. Les cartes mentales que les élèves ont côtoyés en classe étaient plus simples avec moins de branches, voire parfois même sans aucune arborescence. Dans cette étude la carte est plus complexe, ce qui a pu gêner les élèves. D'ailleurs, elle était peut être trop complexe. Chabriac, Font et Manabéra (2013) précisent qu'une carte trop complexe peut nuire aux apprentissages. Il faut donc parvenir à trouver un juste milieu. On peut aussi rajouter que les cartes mentales utilisées depuis la rentrée étaient à chaque fois un complément à la leçon traditionnelle et donc cette étude correspondait à la première fois que les élèves se servait d'une carte mentale pour réviser une leçon. Cela a donc pu perturber certains élèves. Il faut d'ailleurs garder en tête les remarques de Valérie Lascombe (2013), qui affirme que cet outil n'est pas adapté à tous les enfants, en plus de ne pas être un « outil miracle ». En effet, certains élèves de cette classe réussissaient peut être très bien d'habitude à réviser leur leçon avec une présentation traditionnelle des idées. La manière de réviser qui leur a donc été imposée ici bouleverse leurs habitudes de travail. Afin de constater des résultats il faudrait certainement plus de temps aux élèves, premièrement pour mieux maîtriser la conception de cartes mentales et deuxièmement pour se familiariser avec cet outil comme outil de révision.

Pour terminer il convient aussi d'aborder les limites que cette étude a permis de soulever. Nous avons déjà abordé la difficulté de construction et le temps nécessaire pour se familiariser à cet outil. Cependant, cette limite peut être dépassée avec du temps et certainement qu'une classe plus experte avec

des élèves plus âgés aurait permis de mettre en avant de meilleurs résultats en faveur des cartes mentales. D'autres limites apparaissent clairement ici. Tout d'abord, il est difficile d'entrer dans la carte mentale de quelqu'un d'autre (Chriac, Font et Manabéra, 2013), car cette forme de représentation des idées est assez personnelle. Ainsi la lecture de la carte mentale d'autrui n'est pas toujours aisée, car celle-ci n'est pas toujours bien comprise. Les liens étant assez implicites parfois, la lecture, sans l'explication de l'auteur sur un sujet non maîtrisé par le lecteur, peut être difficile. Ensuite, vient le problème de la copie d'une carte mentale. Comme nous l'avons vu d'autres compétences entrent en jeu, telles que la capacité à se repérer sur sa feuille et à organiser spatialement ce qu'on écrit sur la feuille. Bower, Clark et Winzer (1969) affirment que la hiérarchisation des idées est un facteur primordial pour bien mémoriser des informations. Or, ici, la hiérarchisation des idées, étant pourtant un atout des cartes mentales, peut se trouver altérée par des problèmes de copie et d'organisation spatiale. C'est le cas dans cette étude avec des élèves qui ajoutent des niveaux hiérarchiques par exemples, troublant donc le sens et la cohérence de leur carte mentale. Le travail de copie, au contraire du travail de construction implique un travail de réflexion. En recopiant une carte mentale tous les élèves ne s'engagent pas forcément à nouveau dans un travail de réflexion (copient « bêtement »), ce qui peut être la source de ces erreurs au niveau de la hiérarchisation des idées. Comme nous avons vu précédemment cela peut amener ensuite les élèves à ne plus comprendre leur carte mentale une fois le moment venu de réviser leur leçon. Toujours concernant les problèmes liés à l'organisation spatiale sur la feuille on peut citer le fait que les images soient déplacées par manque de place, et donc plus en accord avec les mots clés. Cela vient également altérer un des points forts des cartes mentales qui doivent permettre un double voire une triple codage de l'information (Paivio, 1969 et Gardner, 1997). Les élèves, une fois seuls devant leur carte mentale n'arrivent pas forcément à retrouver à quoi correspondent les images présentées. Pour finir nous avons vu que la clarté de la carte mentale peut être altérée lors de la copie ce qui ne rend pas cet outil très attirant pour réviser sa leçon, revêtant un aspect plutôt brouillon.

CONCLUSION

Cette étude ne nous permet pas de conclure quant à l'efficacité des cartes mentales pour réviser une leçon en sciences. Les connaissances semblent mieux restituées que les informations reflétant la compréhension. Cependant, au vue du petit échantillon support de cette étude, il est impossible d'affirmer que les cartes mentales aident à mieux mémoriser. Toutefois cette étude permet de mettre plusieurs points en lumière. Les cartes mentales peuvent être utilisées en classe mais il faut prendre certaines précautions. En effet, l'utilisation de cet outil doit être longuement pensée par l'enseignant afin de faciliter l'appropriation de cet outil par les élèves. De nombreux moyens peuvent être mis en place pour faciliter la création des cartes mentales par les élèves et leur lisibilité (système d'étiquettes, de couleurs..). Ensuite, cette étude met bien en avant le fait qu'il s'agit d'un réel apprentissage et que celui-ci prend du temps. Avant de pouvoir constater les bienfaits ou méfaits de l'utilisation des cartes mentales en fonction des élèves il faut laisser le temps aux élèves de bien découvrir cet outil, qui peut se révéler certainement être d'une grande aide pour certains élèves. Ce n'est donc pas un outil miracle comme le souligne Valérie Lascombe (2013) mais il mérite d'attirer l'attention des enseignants car il pourrait faire progresser certains élèves pas réellement satisfaits d'une représentation classique des informations.

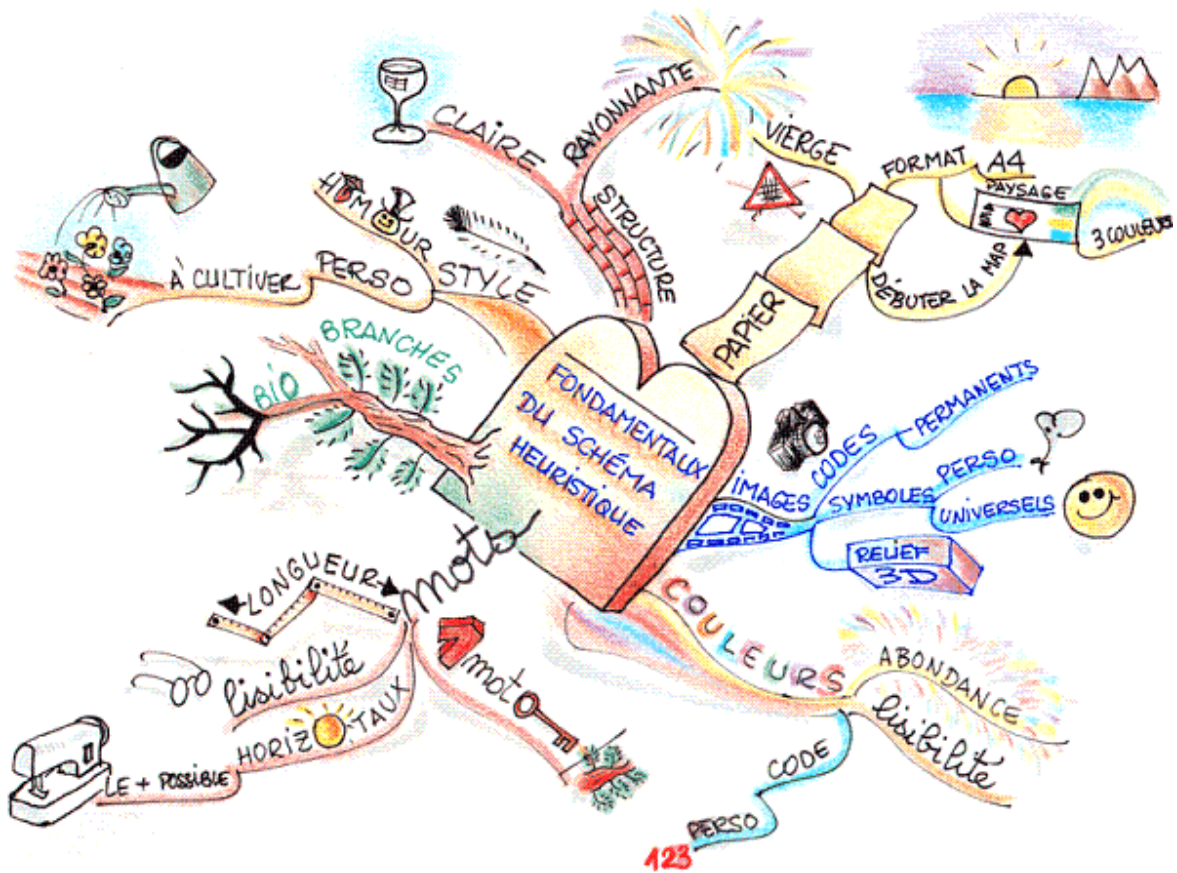
BIBLIOGRAPHIE

- Ausubel, D. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York : Grune & Stratton.
- Atkinson, R., & Shiffrin, J. (1968). Human memory : A proposed system and its control processes, *The psycho*.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (n.d.). Working memory - Psychology of learning and motivation. 1974.
- Baddeley, A. (1986). Working memory. *Oxford University Press*.
- Bower, G. H., Clark, M., Winzenz, D., & LESGOLD, A. (1969). Hierarchical retrieval schemes in recall of categorized word lists. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*.
- Buzan, T., & Buzan, B. (2013). *Mind map - Dessine-moi l'intelligence* (Eyrolles).
- Carlier, L. (2013). Cartes mentales : outil pédagogique. Retrieved from http://www.ac-limoges.fr/ia87/IMG/pdf/La_carte_mentale_outil_pedagogique-2.pdf
- Chabriac, K., Font, S., & Manabéra, M. (2013). Cartes mentales et documentation. *CRDP Toulouse*.
- Chardonnet, C., & Font, S. (2013). Utiliser les cartes mentales en classe coopérative. *Animation & Éducation, n°233*.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory ?
- De la Garanderie. (1964). Les profils pédagogiques, *Centurion*.
- Delannoy, C. (2007). *Une mémoire pour apprendre* (Hachette).
- Delengaigne, X. (2012). *Mémoriser sans peine*.
- D'Heygere-Lesure, H. (2012). Boîtes à outices - Cartes mentales. *L'École Numérique, n°11*.
- Engelkamp, Cité par Lieury, A., & De La Haye, F. (2009). *Psychologie cognitive de l'éducation - 2e édition*. Dunod

- Faletti, J., & Fisher, K. M. (1996). The information in relations in biology, or the unexamined relation is not worth having. Dans K. M. Fisher et M. R. Kibby (Eds.), *Knowledge acquisition, organization, and use in biology*
- Gardner. (1997). *Les formes de l'intelligence*. Edition Odile Jacob, traduction française de *Frames of mind : the theory of multiples intelligences*
- Lafaye, S. (2012). Présentation des cartes heuristiques.
- Lascombe, V. (2013). *L'utilisation des cartes heuristiques pour l'enseignement des collocations en FLE*.
- Lepouder, N., & Genty, J. (2008). Utiliser un logiciel de cartes. Retrieved from <http://svt.ac-creteil.fr/?Utiliser-un-logiciel-de-carte-4034>
- Lieury, A. (2004). *Psychologie de la mémoire* (Dunod).
- Lieury, A. (2003). *Mémoire et apprentissages scolaires*.
- Longeon, T. (2010). Les cartes heuristiques au service d'une pédagogie active. In *Conférence TICE 2010, Communications Retours D'EXperiences*,.
- Louis, J. P. (2012). Boîte à ouTice - Cartes mentales. *L'École Numérique*, n°11.
- Miller, G. A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review* 63.
- Mongin, P. (2012). à chercher magazine. *L'école Numérique*, 14, p52.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*, Cambridge .
- Paivio, A. (1969). Mental imagery in associative learning and memory. *Psychological Review*, 76.
- Pudelko, B., & Basque, J. (2005). Potentiel pédagogique. *Logiciels de Construction de Cartes de Connaissances : Des Outils Pour Apprendre*.
- Régnard, D. (2010). Apports pédagogiques de l'utilisation de la carte heuristique en classe. *Études de Linguistique Appliquée*.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory.
- Vytgoski, L., & Piaget, J, Sève L. (1997). *Pensée et langage*.

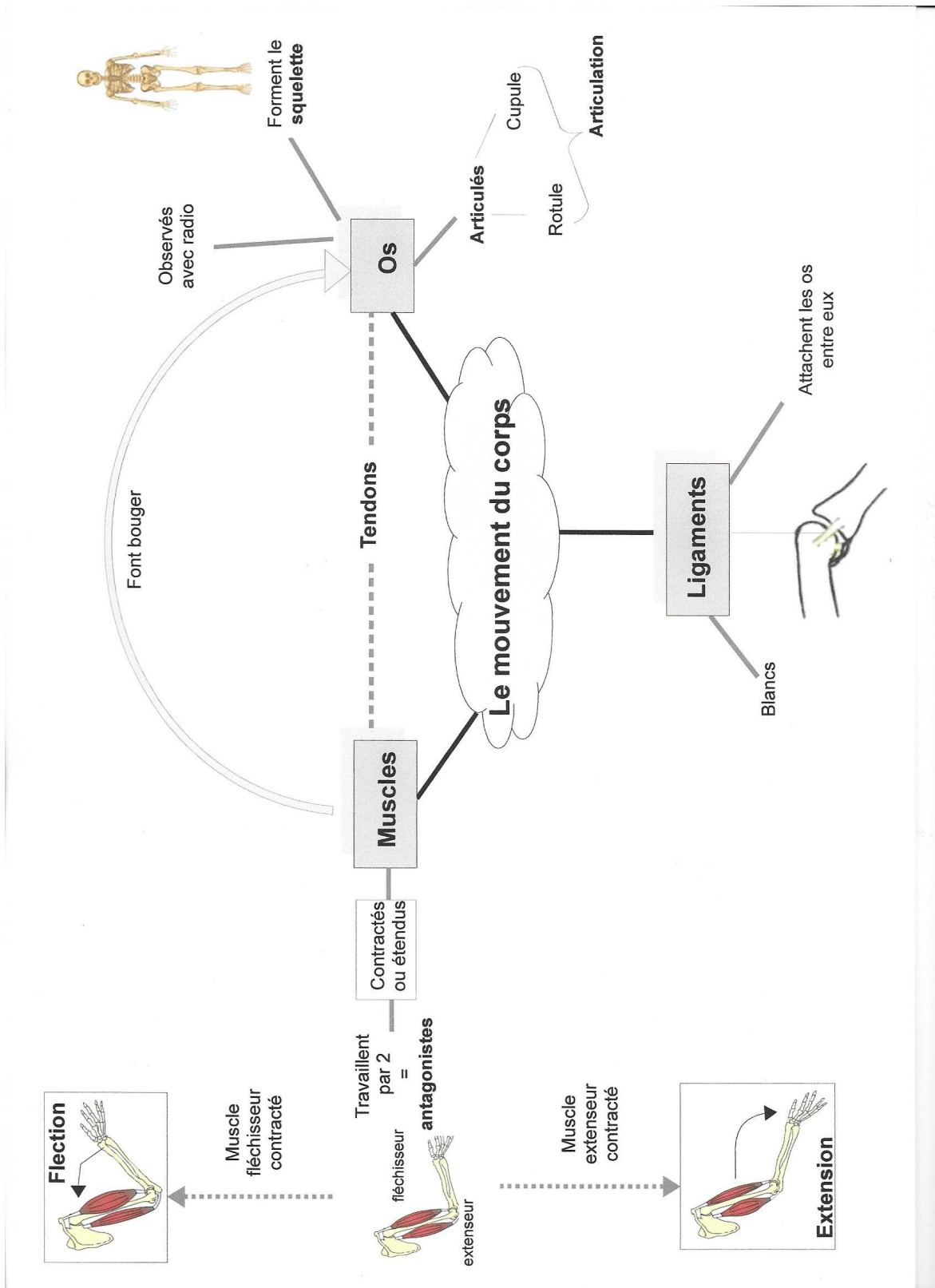
ANNEXES

◆ Annexe 1 : Carte mentale réalisée à la main



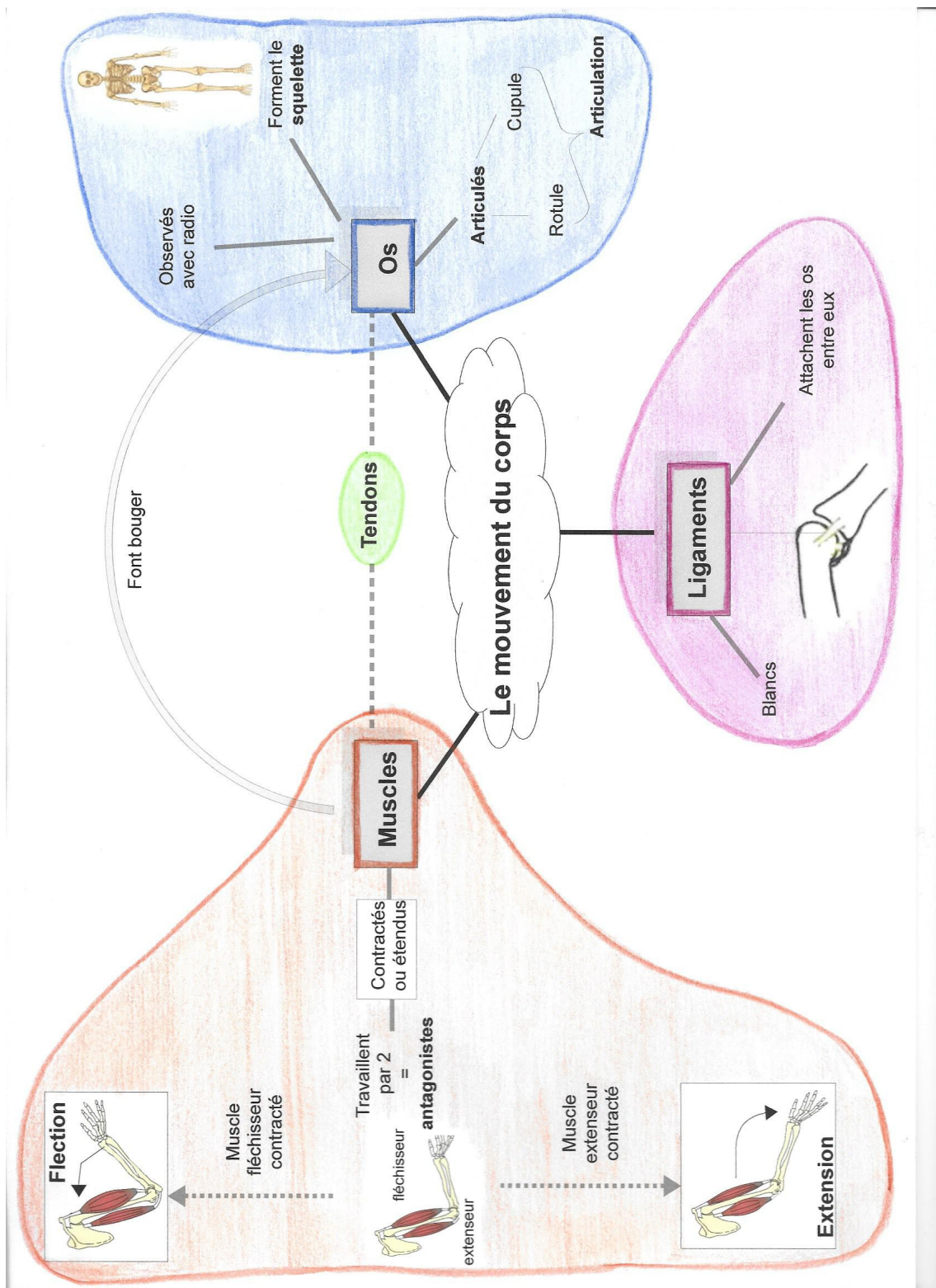
Source : site internet www.surleplateau.fr

◆ Annexe 2 :



◆ Annexe 2' :

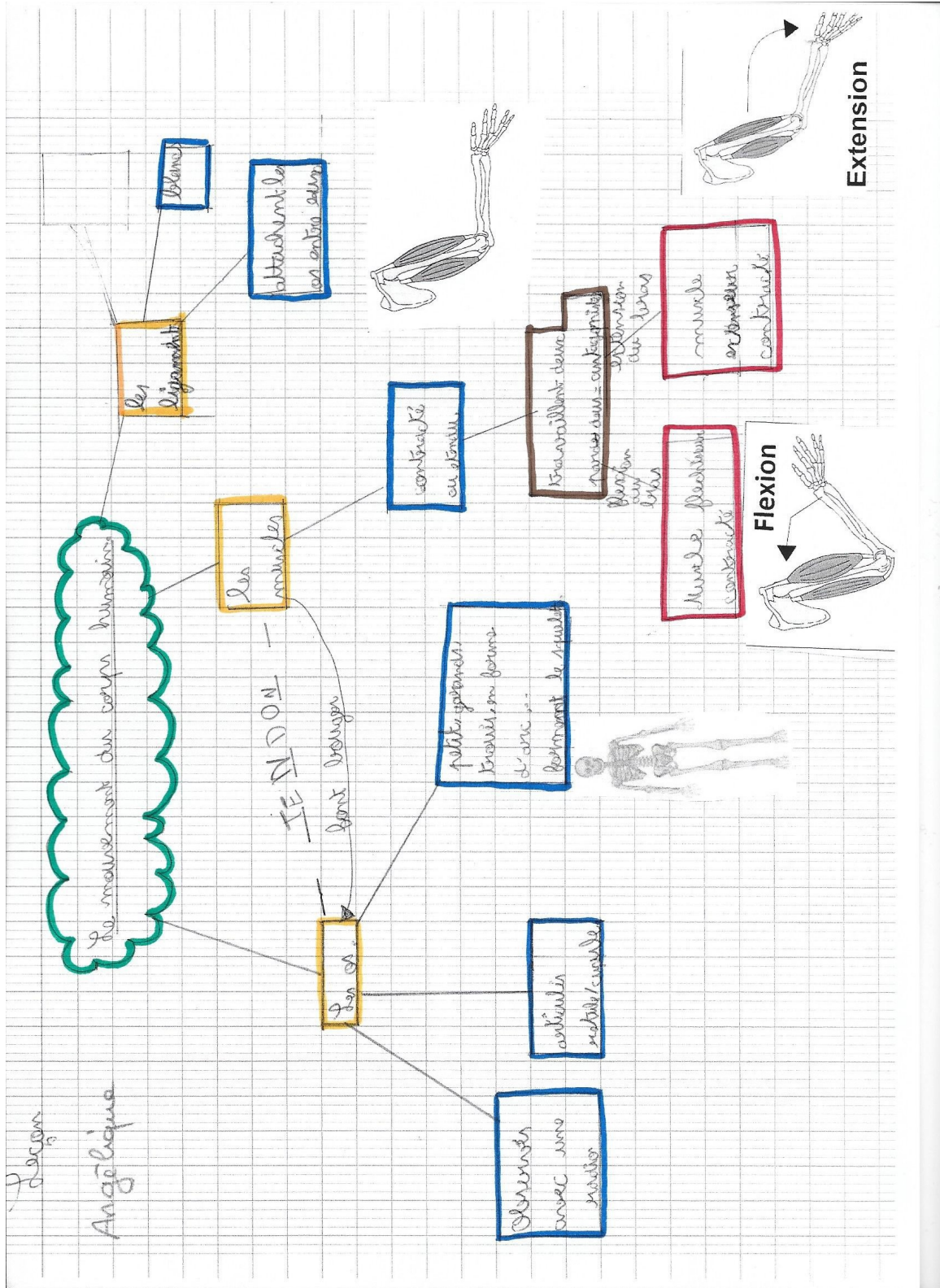
Carte mentale de référence avec des couleurs pour distinguer les branches.



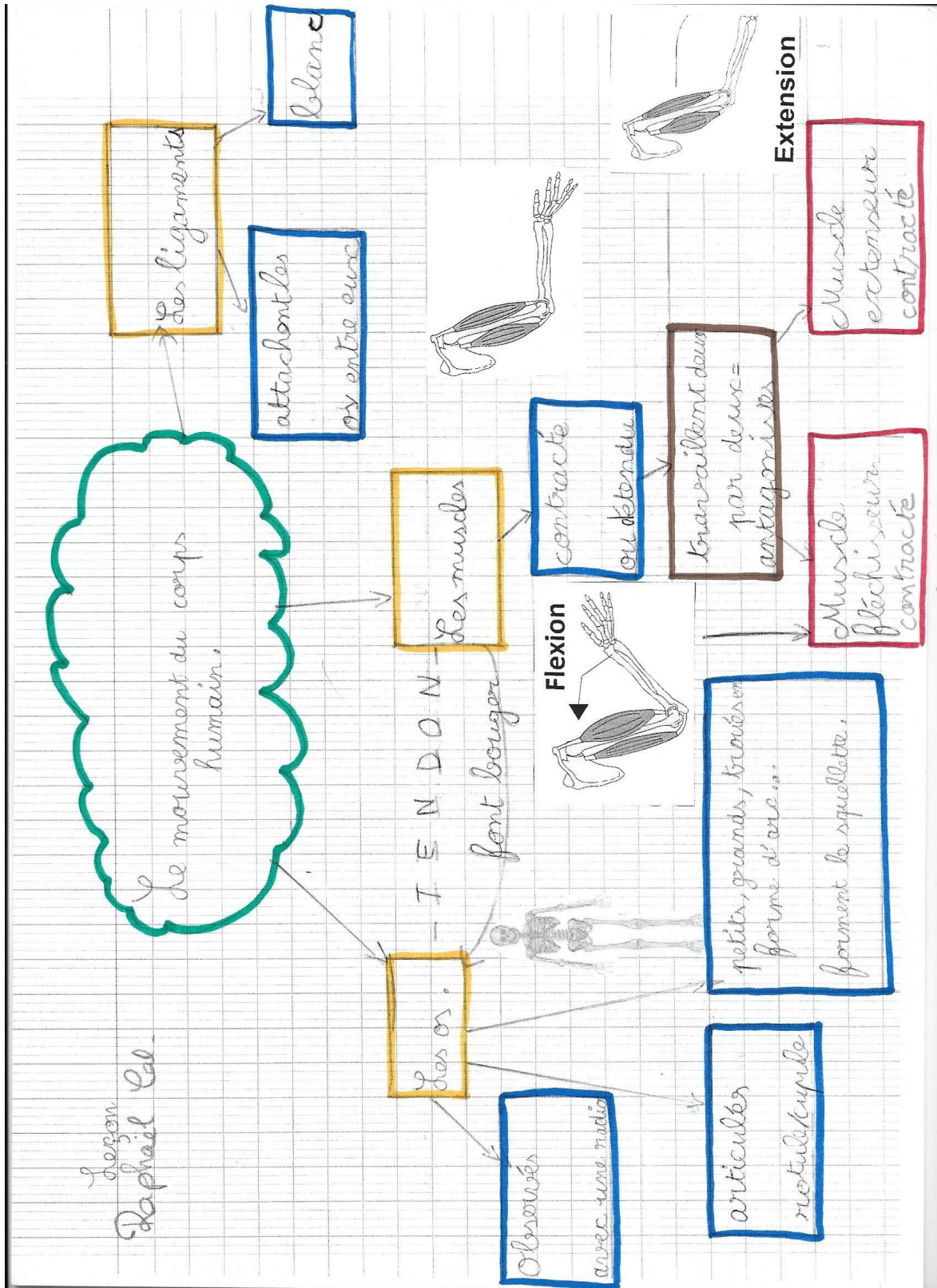
◆ Annexe 3 :

Cartes mentales ne présentant pas de problème d'organisation spatiale.

Carte mentale d'Angélique :



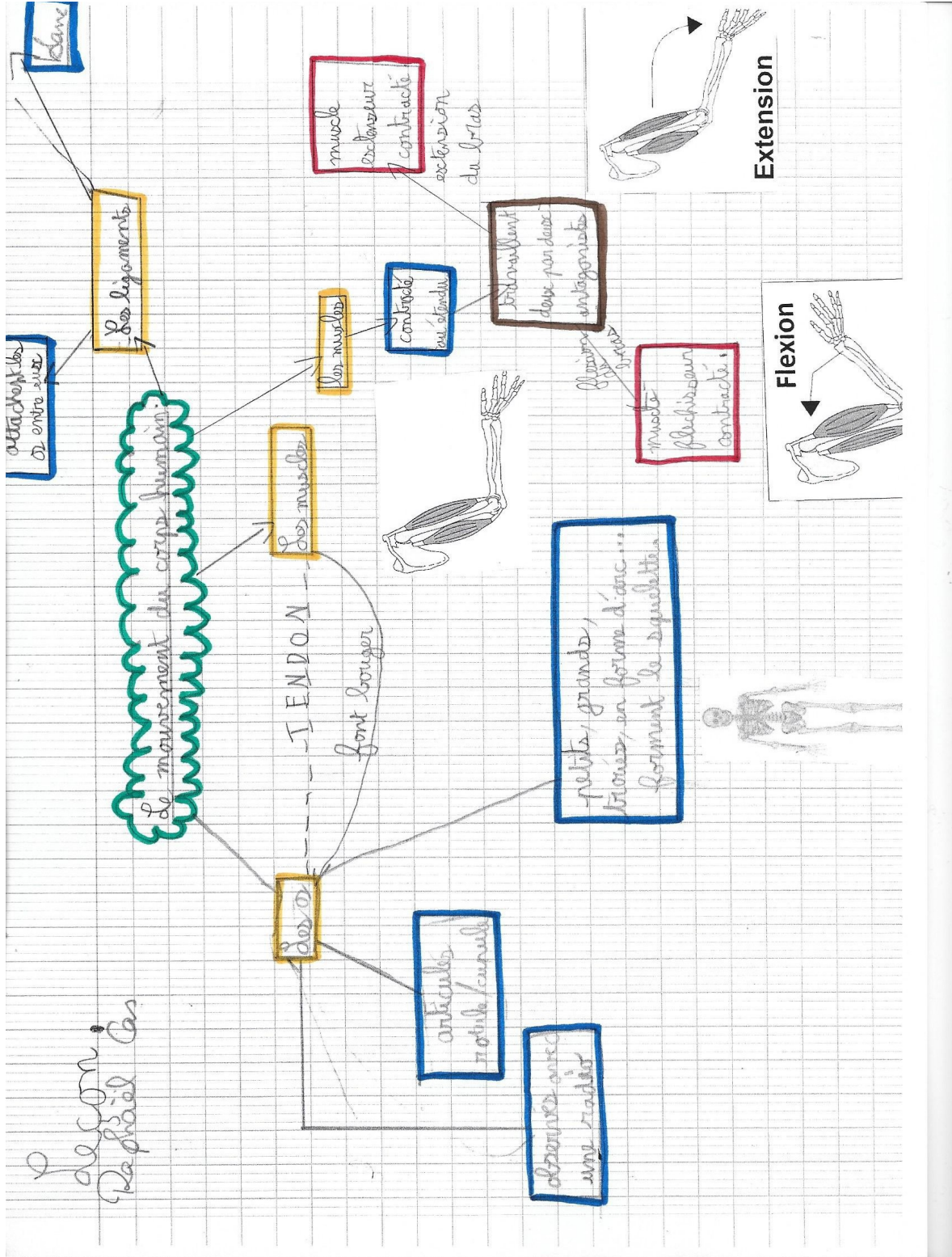
Carte mentale de Raphaël Calmels :



◆ Annexe 4 :

Cartes mentales où la hiérarchie est modifiée

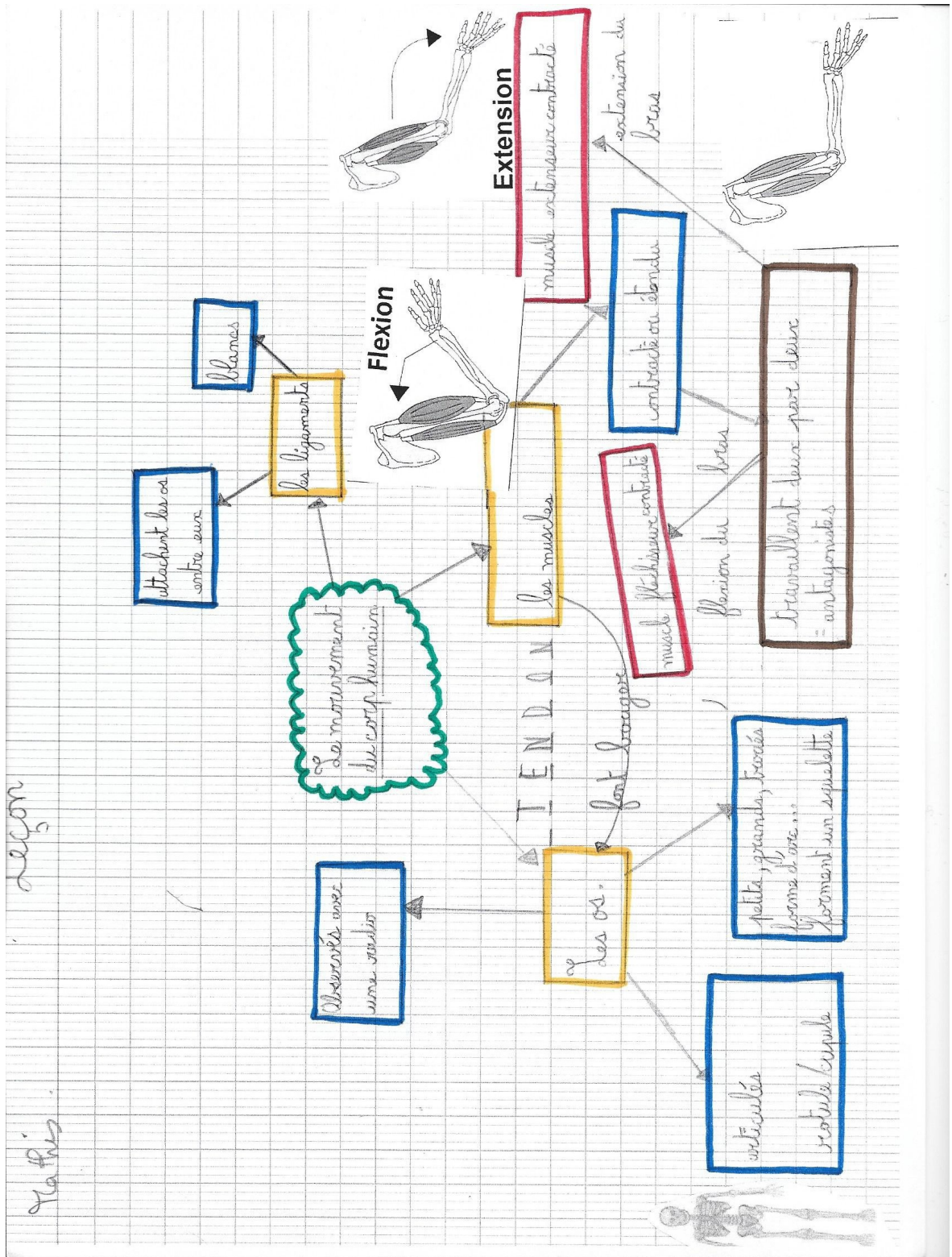
Carte de Raphaël Cassan :



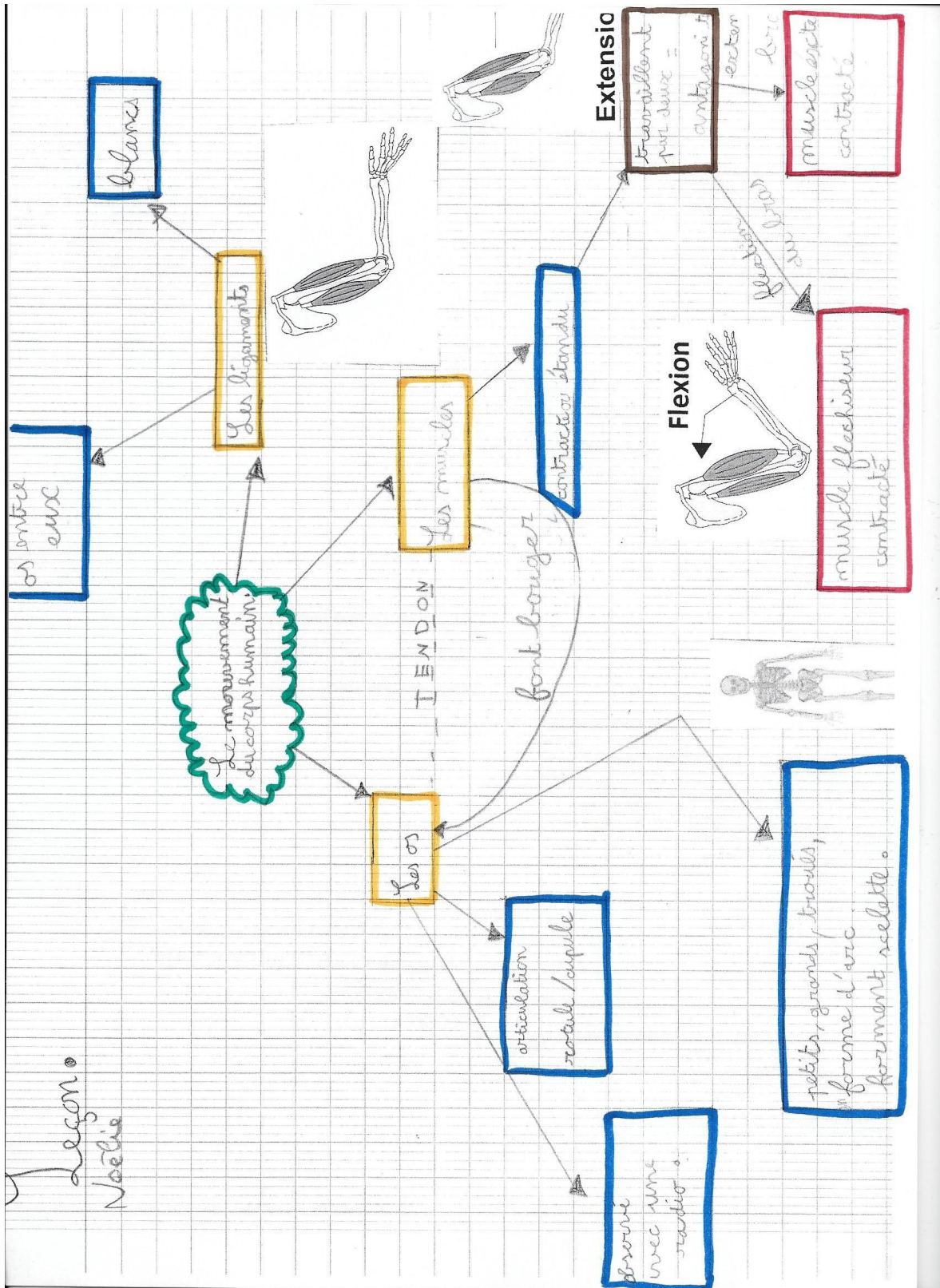
Annexe 5 :

Carte mentale avec images déplacées et plus en lien avec les mots clés correspondants.

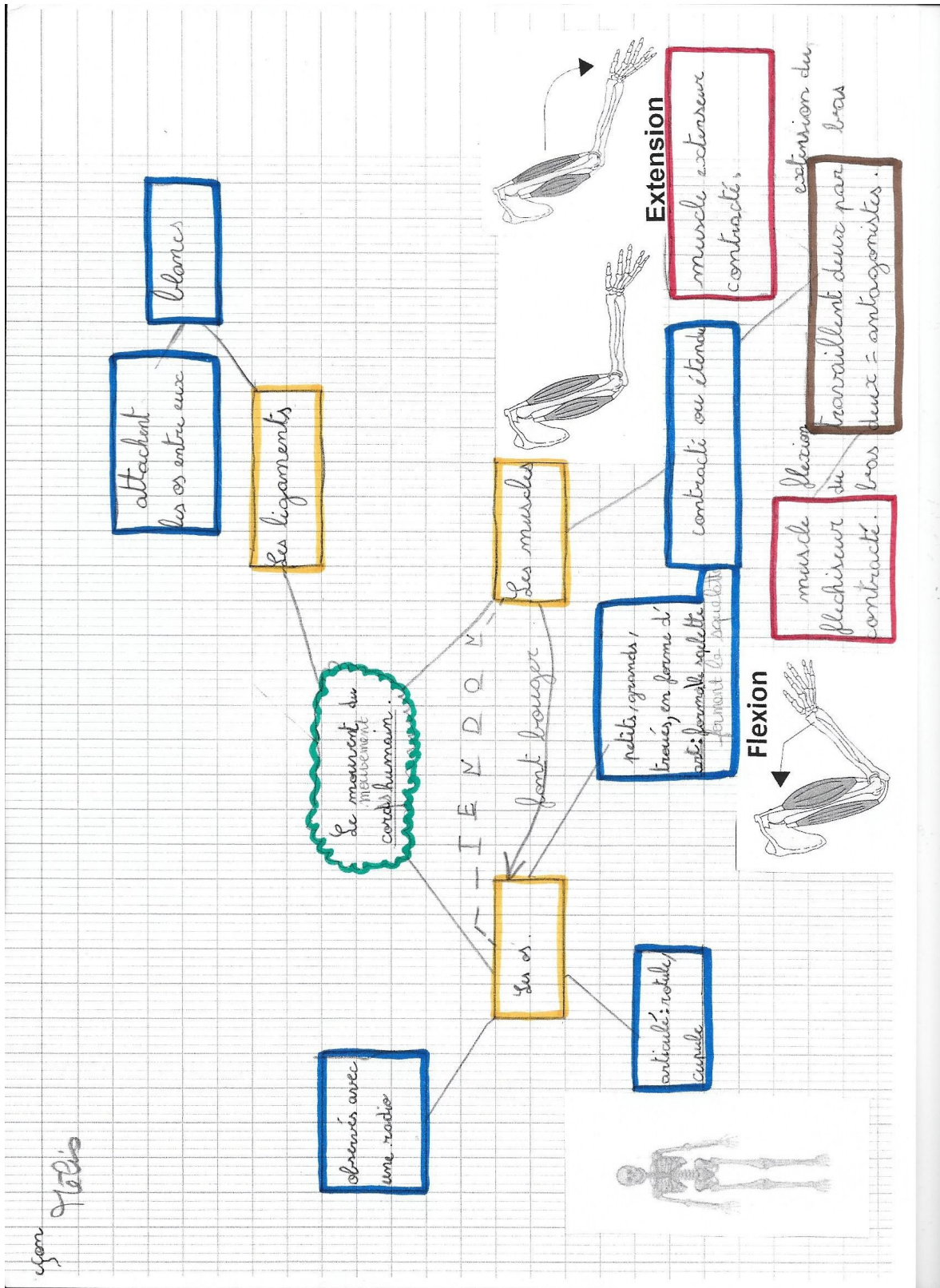
Carte mentale de Mathis :



Carte mentale de Noélie :



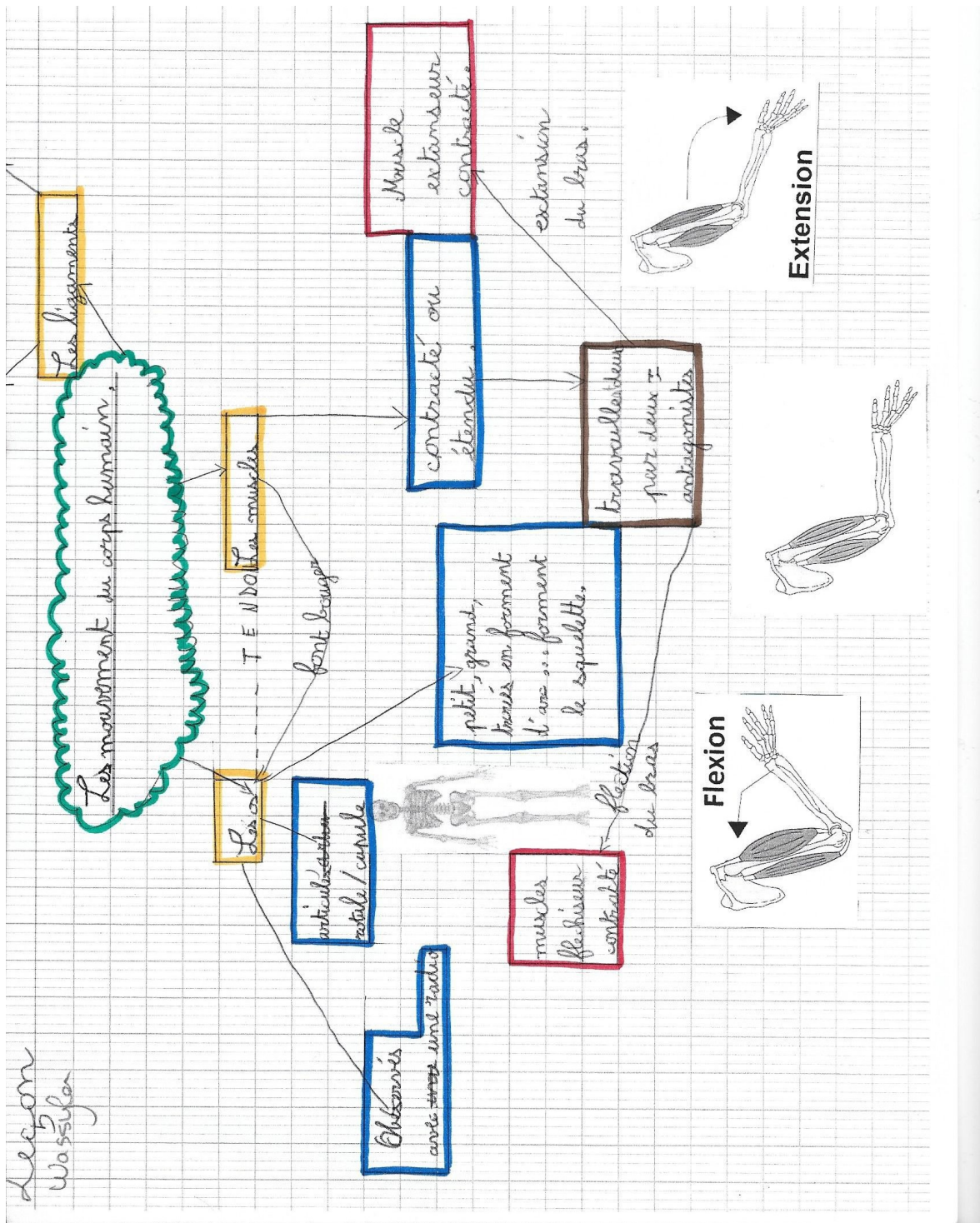
Carte mentale de Mélis :



◆ Annexe 6 :

Cartes mentales où la clarté est altérée (élément très serrés, retours arrière au niveau des branches...)

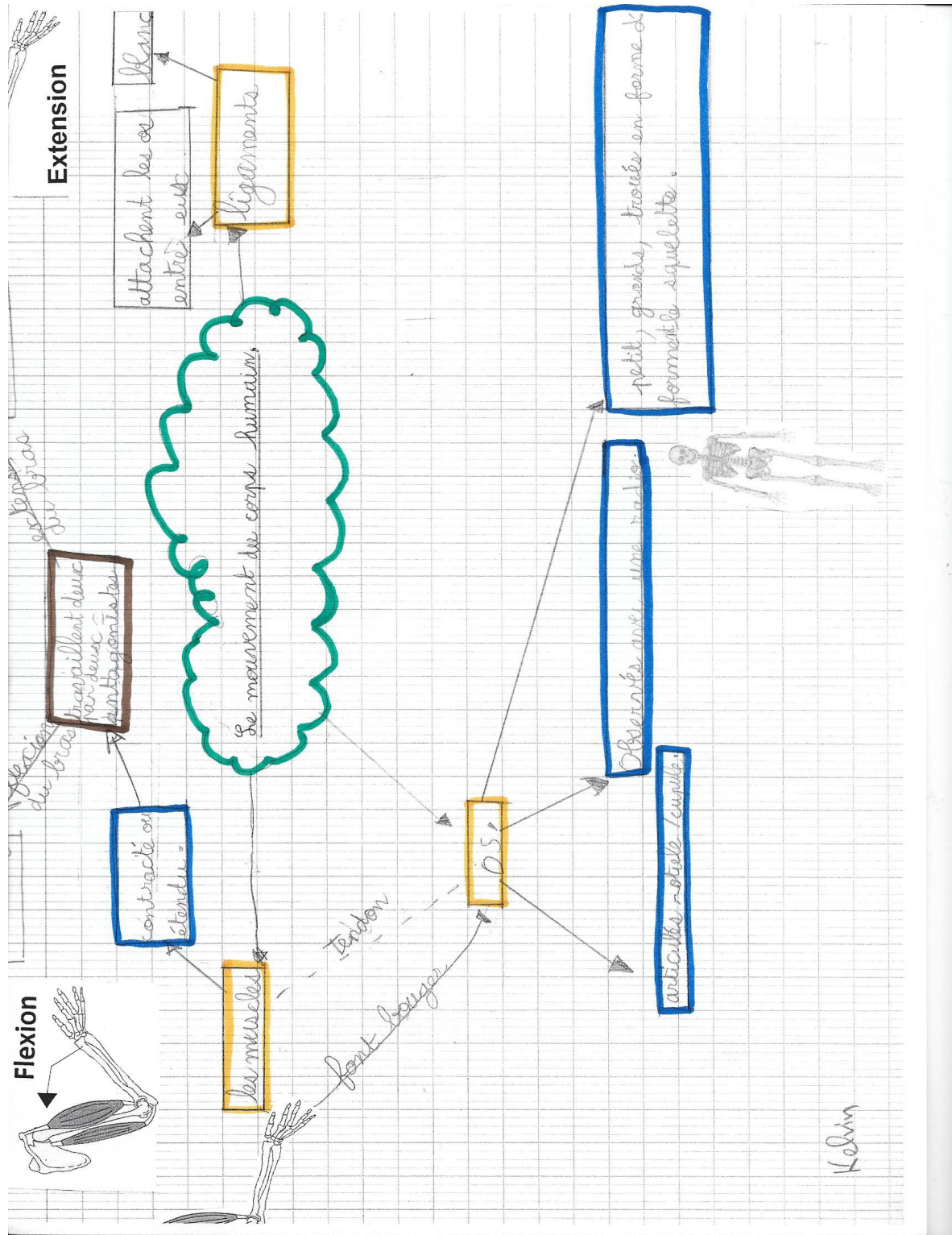
Carte mentale de Wassyla :



◆ Annexe 7 :

Carte mentale où la production dépasse sur une autre feuille par manque de place.

Carte mentale de Kelvin :



◆ Annexe 8:

Partie connaissance de l'évaluation de deux élèves représentatifs du groupe ayant révisé leur leçon avec une carte mentale

Évaluation de Léon :

Nom : Adrien Léon

Date : 16/03/17

Evaluation
Le mouvement du corps

Compétences évaluées :	Mon avis	L'avis de l'enseignant
- je connais le vocabulaire des éléments du corps qui le font bouger	ECA +	
- je comprends le fonctionnement	A-	
- je sais utiliser la carte mentale	HA A-	

1. Que représente l'image ci-dessous ?



Ensemble du squelette ✓

2. Quels sont les quatre éléments les plus importants qui permettent à notre corps de bouger ?

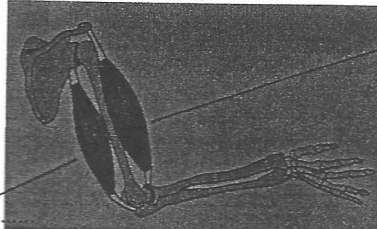
rotule / cupule ✓

Tendon ✓

Les ligaments ✓

Les os ✓

3. Légènder le schéma des muscles antagonistes :



extenseur ✓

flexion ✓

4. Comment appelle t-on l'ensemble formé par la rotule et la cupule ? ligament croisé
rotule et la cupule ✓

Évaluation d'Angélique :

Nom : Les Landak Angélique

Date : 15/03/17

Evaluation
Le mouvement du corps

Compétences évaluées :	Mon avis	L'avis de l'enseignant
- je connais le vocabulaire des éléments du corps qui le font bouger		
- je comprends le fonctionnement		
- je sais utiliser la carte mentale		

1. Que représente l'image ci-dessous ?



Les squelette ✓

2. Quels sont les quatre éléments les plus importants qui permettent à notre corps de bouger ?

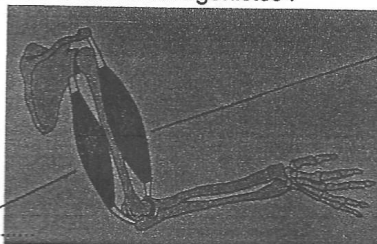
Les muscle ✓

Les os ✓

ligament ✓

7 tendon ✓

3. Légender le schéma des muscles antagonistes :



extenseur x

contracté x

4. Comment appelle t-on l'ensemble formé par la rotule et la cupule ? les ligament x

◆ Annexe 9 :

Partie connaissance de l'évaluation de deux élèves représentatifs du groupe ayant révisé leur leçon avec le texte de synthèse et ayant donné toutes les réponses attendues de la question n°2.

Évaluation de Jeanne-Cécile :

Nom : Bris P Jeanne - Cécile

Date : 16/03/77

Evaluation
Le mouvement du corps

Compétences évaluées :	Mon avis	L'avis de l'enseignant
- je connais le vocabulaire des éléments du corps qui le font bouger	☹ Je ne suis pas contente de mon travail	
- je comprends le fonctionnement	J'ai compris le texte	

1. Que représente l'image ci-dessous ?



Cette image représente le squelette. ✓

2. Quels sont les quatre éléments les plus importants qui permettent à notre corps de bouger ?

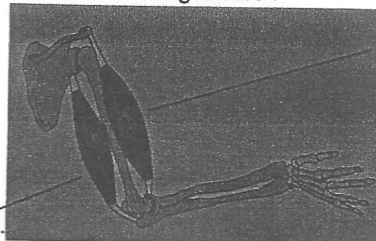
les os ✓

les muscles ✓

les tendons ✓

les ligaments ✓

3. Légender le schéma des muscles antagonistes :



biceps ✗

triceps ✗

4. Comment appelle-t-on l'ensemble formé par la rotule et la cupule ? articulation ✓

Évaluation de Marion :

Nom : Marion Viala

Date : 16/03/17

Evaluation
Le mouvement du corps

Compétences évaluées :	Mon avis	L'avis de l'enseignant
- je connais le vocabulaire des éléments du corps qui le font bouger	A	
- je comprends le fonctionnement	A-	

1. Que représente l'image ci-dessous ?

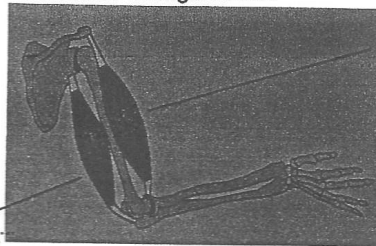


Elle représente le squelette. ✓

2. Quels sont les quatre éléments les plus importants qui permettent à notre corps de bouger ?

les muscles ✓
 les tendons ✓
 les ligaments ✓
 les os ✓

3. Légènder le schéma des muscles antagonistes :



le muscle fléchisseur ✓
 le muscle extenseur ✓

4. Comment appelle-t-on l'ensemble formé par la rotule et la cupule ? les articulations

◆ Annexe 10 :

Partie compréhension de l'évaluation de deux élèves représentatifs du groupe ayant révisé leur leçon avec le texte de synthèse.

Évaluation de Sara :

Sara

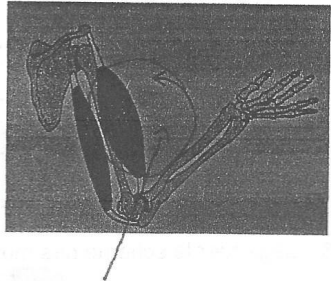
5. A l'aide d'une règle trace un trait qui relie l'élément du corps (à gauche) à son rôle (à droite).

✓ Os	Relie les os
✓ Muscle	Se contracte pour faire bouger les os
✓ Tendon	Bougent pour fermer ou ouvrir l'articulation
✓ Ligament	L'endroit qui plie
✓ Articulation	Attache les muscles avec les os

6. Que se passe-t-il lorsque le muscle extenseur se contracte ?

X

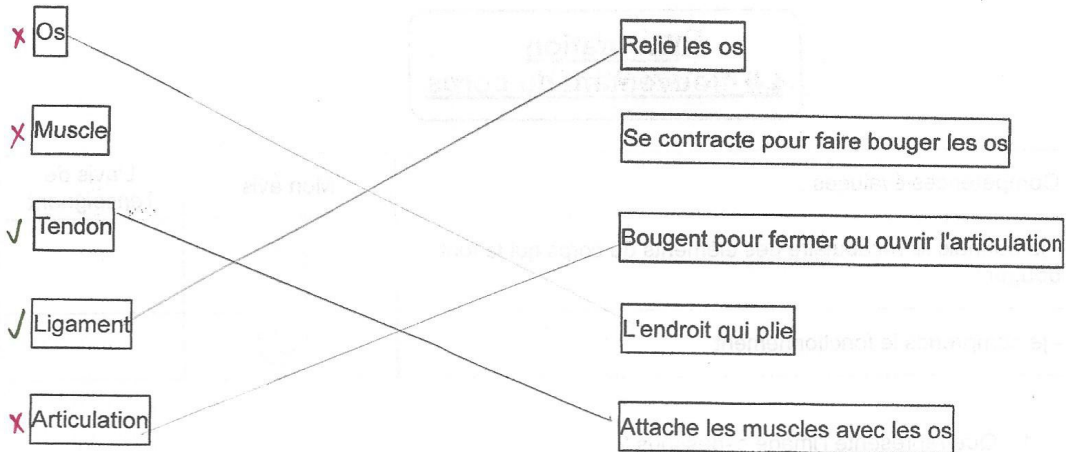
7. Quel muscle se contracte sur le schéma ci-contre ?
Entoure-le.



Évaluation d'Iker :

Iker

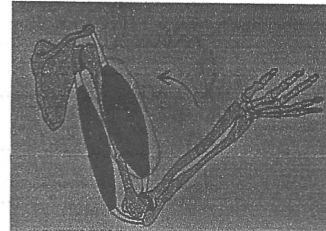
5. A l'aide d'une règle trace un trait qui relie l'élément du corps (à gauche) à son rôle (à droite).



6. Que se passe-t-il lorsque le muscle extenseur se contracte ?

Le bras se plie.

7. Quel muscle se contracte sur le schéma ci-contre ? Entoure-le.



◆ Annexe 11 :

Partie compréhension de l'évaluation de deux élèves représentatifs du groupe ayant révisé leur leçon avec carte mentale.

Évaluation de MÉLIS :

Mélis

5. A l'aide d'une règle trace un trait qui relie l'élément du corps (à gauche) à son rôle (à droite).

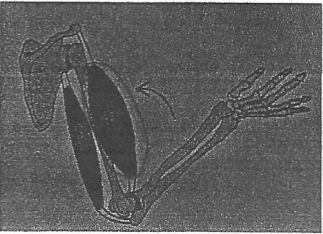
<p>✗ Os</p> <p>✓ Muscle</p> <p>✓ Tendon</p> <p>✓ Ligament</p> <p>✗ Articulation</p>	<p>Relie les os</p> <p>Se contracte pour faire bouger les os</p> <p>Bougent pour fermer ou ouvrir l'articulation</p> <p>L'endroit qui plie</p> <p>Attache les muscles avec les os</p>
---	---

6. Que se passe-t-il lorsque le muscle extenseur se contracte ?

✗

7. Quel muscle se contracte sur le schéma ci-contre ? Entoure le.

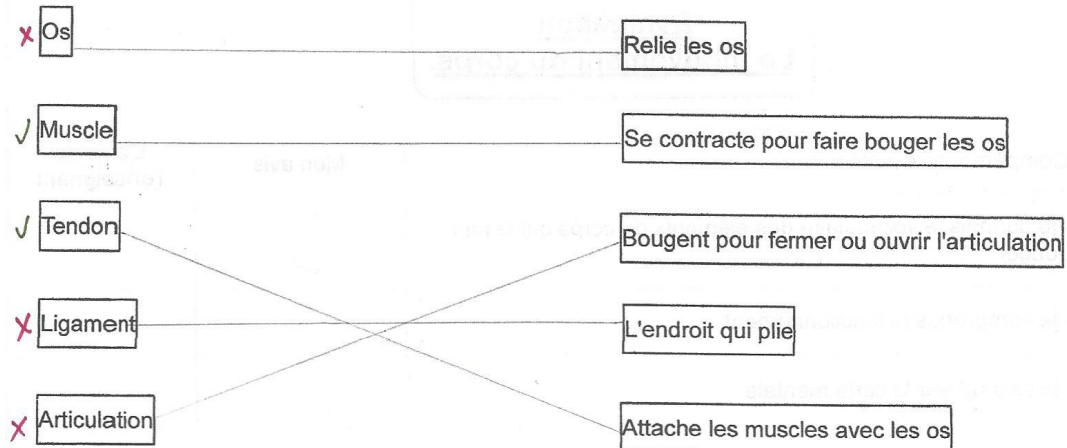
✓



Évaluation de Raphaël Cassan:

Raphaël Cassan

5. A l'aide d'une règle trace un trait qui relie l'élément du corps (à gauche) à son rôle (à droite).



6. Que se passe-t-il lorsque le muscle extenseur se contracte ?

L'orteil est étiré.

7. Quel muscle se contracte sur le schéma ci-contre ?
Entoure le.

