

Langage symbolique de la chimie et difficultés des élèves

Le langage symbolique de la chimie : un méta-niveau

Le langage symbolique du chimiste est un **méta-niveau** entre le macroscopique (les substances) et le microscopique (les particules). Les mêmes symboles sont utilisés dans l'un ou l'autre des niveaux. La formule chimique représente aussi bien la molécule que l'espèce chimique.

Des travaux antérieurs dans les pays anglo-saxons (Taskin et Bernholt, 2014), nous amènent à penser que les élèves français ne font pas le lien à partir des formules chimiques entre le niveau macroscopique et le niveau microscopique.

Question de recherche :

Quelles caractéristiques du niveau macroscopique (corps pur ou mélange) et / ou du niveau microscopique (atome ou molécule) les élèves associent-ils à une formule chimique ?

Méthodologie :

Nous avons fait passer un questionnaire papier – crayon à 558 élèves, de la quatrième, début de l'enseignement des formules chimiques, jusqu'à la terminale S. Pour répondre à la question de recherche, nous demandons aux élèves de choisir pour différentes formules entre quatre critères : deux macroscopiques (corps pur ou mélange) et deux microscopiques (atome ou molécule).

Nous avons analysé les réponses par niveau scolaire et changement d'orientation (collège : 4^{ème} et 3^{ème}, lycée : seconde, lycée : première et terminale scientifiques).

Indiquez ce que chaque formule représente pour vous (vous pouvez cocher une ou plusieurs réponses par ligne) :

O₂ :	Corps pur <input checked="" type="checkbox"/>	Mélange <input type="checkbox"/>	Molécule <input type="checkbox"/>	Atome <input type="checkbox"/>	nsp <input type="checkbox"/>
H₂O :	Corps pur <input checked="" type="checkbox"/>	Mélange <input type="checkbox"/>	Molécule <input type="checkbox"/>	Atome <input type="checkbox"/>	nsp <input type="checkbox"/>
H :	Corps pur <input type="checkbox"/>	Mélange <input type="checkbox"/>	Molécule <input type="checkbox"/>	Atome <input checked="" type="checkbox"/>	nsp <input type="checkbox"/>
C :	Corps pur <input checked="" type="checkbox"/>	Mélange <input type="checkbox"/>	Molécule <input type="checkbox"/>	Atome <input checked="" type="checkbox"/>	nsp <input type="checkbox"/>
CO₂ :	Corps pur <input checked="" type="checkbox"/>	Mélange <input type="checkbox"/>	Molécule <input checked="" type="checkbox"/>	Atome <input type="checkbox"/>	nsp <input type="checkbox"/>
C₂H₆O :	Corps pur <input checked="" type="checkbox"/>	Mélange <input type="checkbox"/>	Molécule <input checked="" type="checkbox"/>	Atome <input type="checkbox"/>	nsp <input type="checkbox"/>
Fe :	Corps pur <input checked="" type="checkbox"/>	Mélange <input type="checkbox"/>	Molécule <input type="checkbox"/>	Atome <input checked="" type="checkbox"/>	nsp <input type="checkbox"/>

macroscopic level concepts :
Substances, chemical reactions, etc.

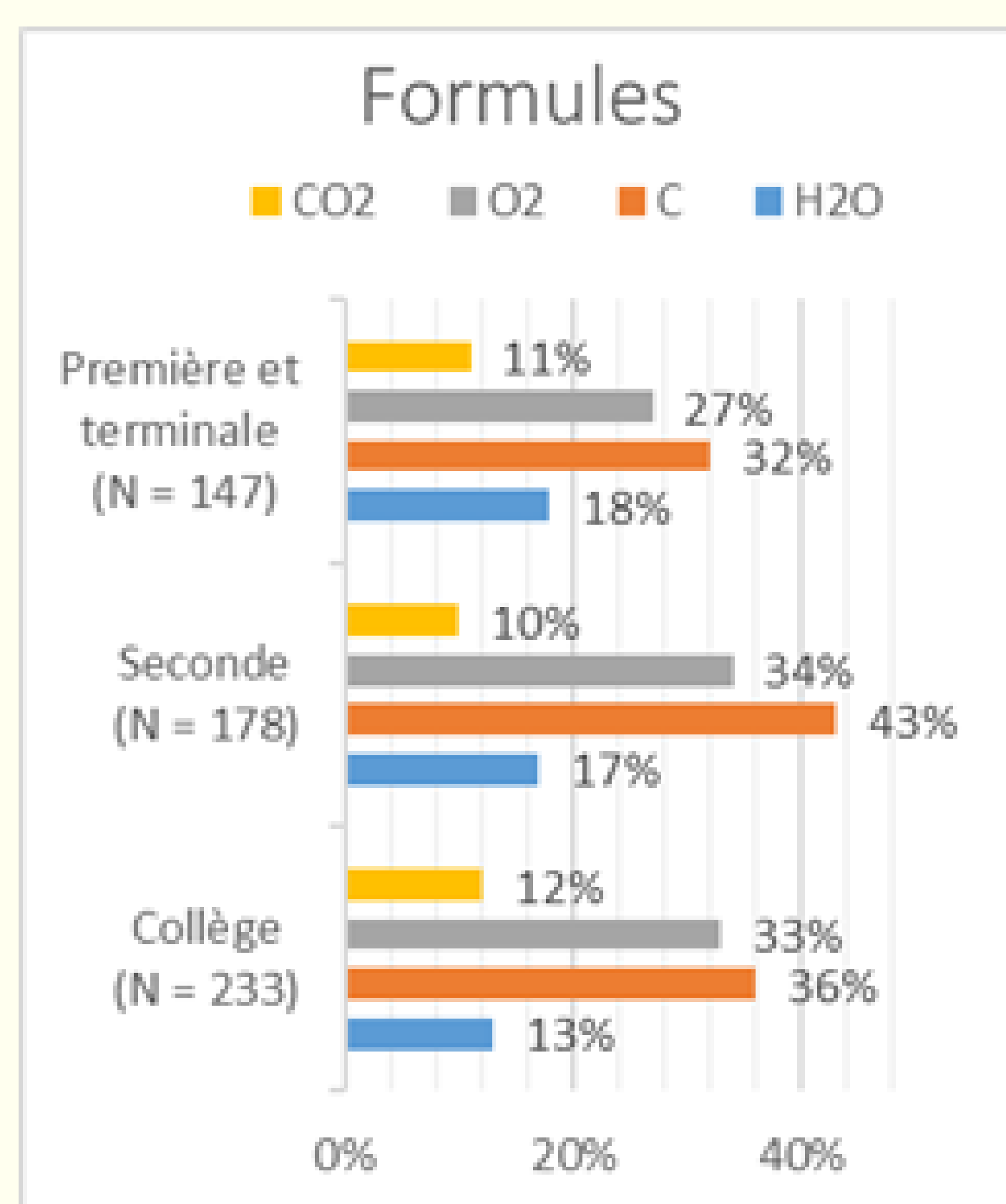
submicroscopic level concepts :
molecules, ions, electrical interactions, etc.

Facilitates shifting between levels

bridging (ambiguous) representations:
Hydrogen, NaCl, CH₄ + 2O₂ → 2H₂O + CO₂ etc.

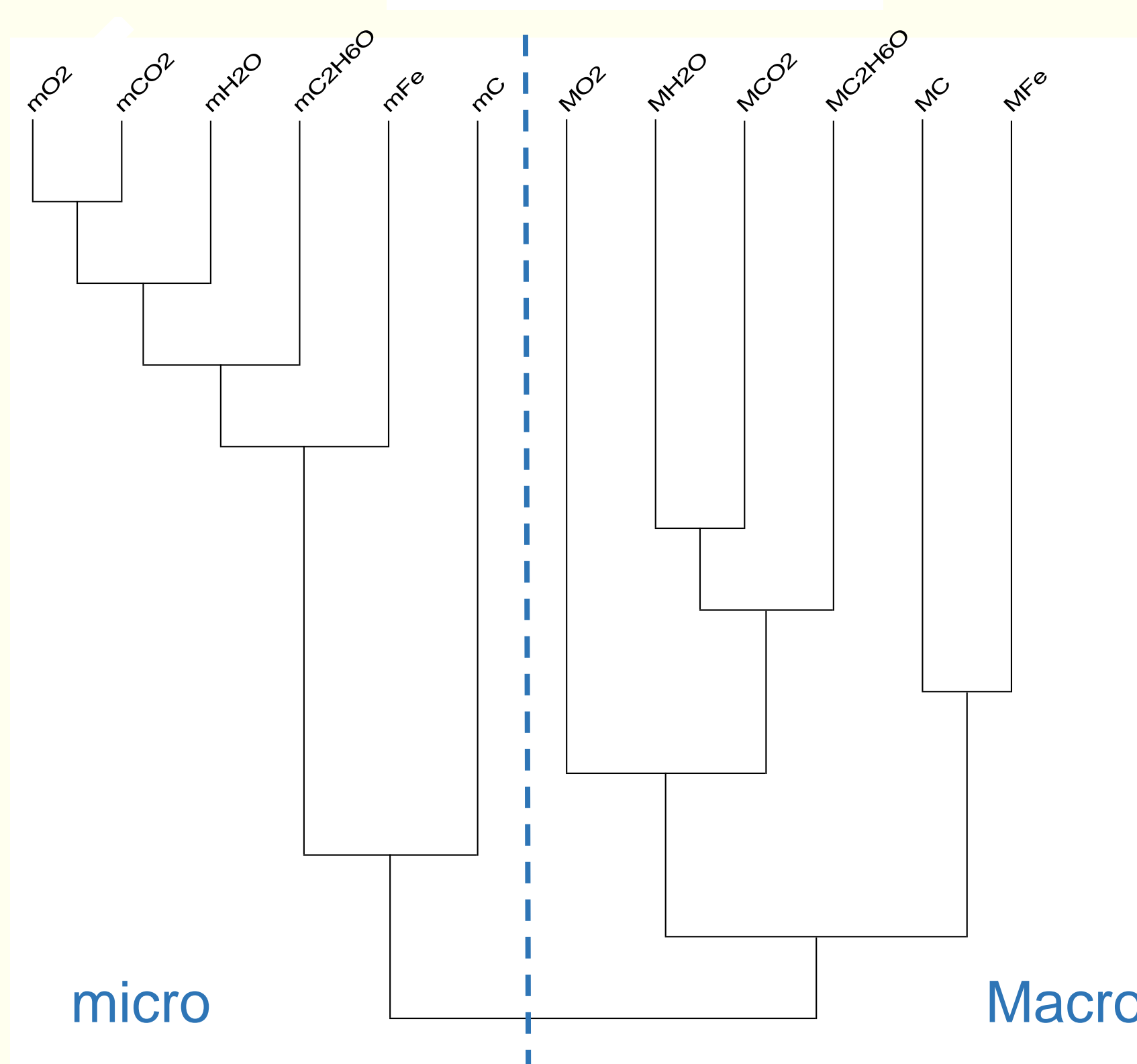
Les représentations symboliques: un pont entre les concepts macroscopiques et les concepts microscopiques (Taber, 2013).

Résultats :



Ce graphe représente les réponses correctes aux critères macroscopiques pour les quatre formules chimiques les plus couramment utilisées dans l'enseignement de la chimie. Si les élèves maîtrisent globalement les critères microscopiques en dernière année de lycée, **moins de 30% des élèves répondent correctement aux critères macroscopiques**. Les années d'enseignement n'ont pas d'effet positif.

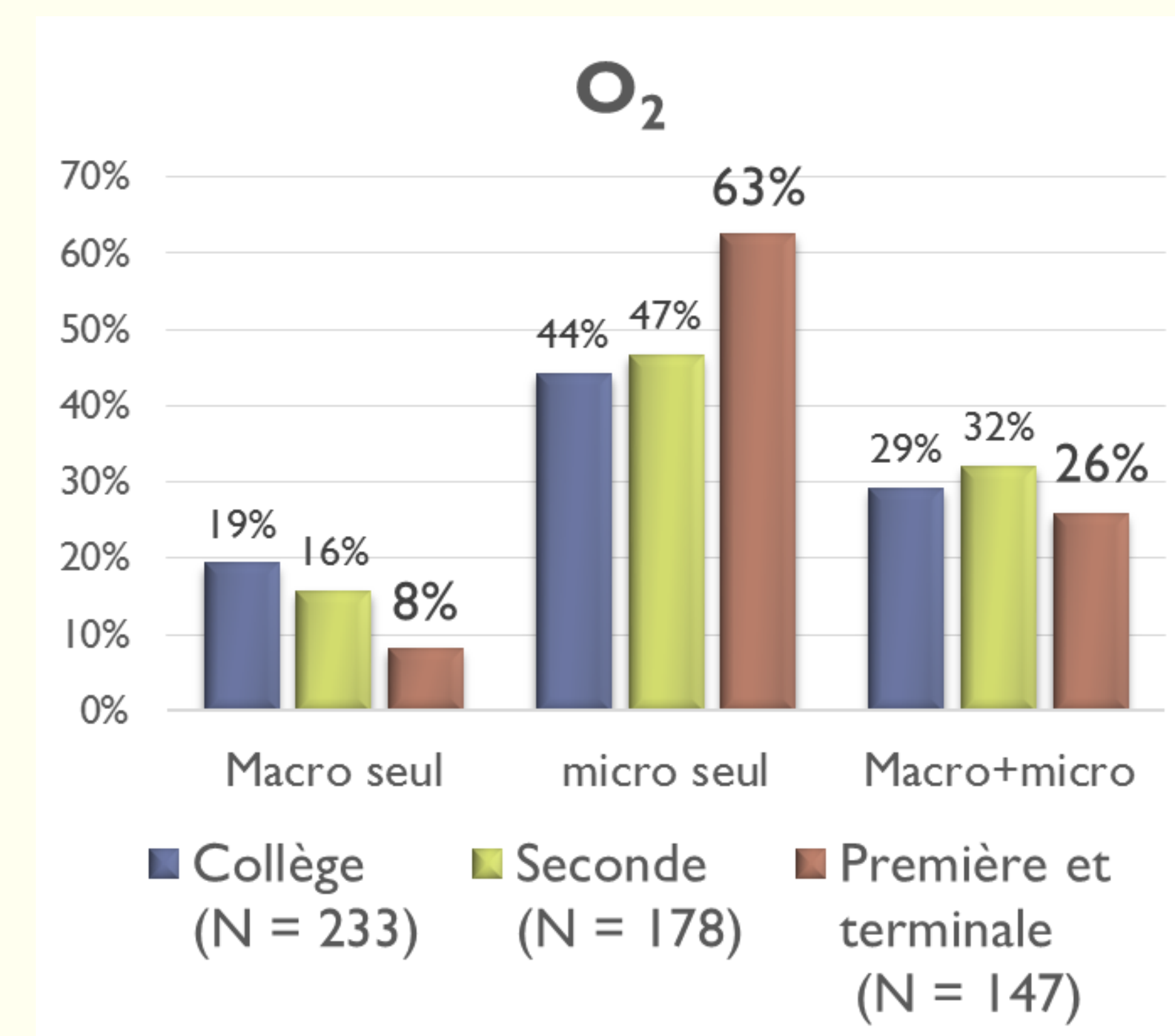
Enfin moins de 20% des élèves répondent correctement pour CO₂ et H₂O, confondant notamment mélange et corps composé.



Ce graphe représente l'arbre de similarité des réponses correctes aux critères microscopiques (notés m) et macroscopiques (notés M) pour l'ensemble des formules.

Nous obtenons deux groupes distincts. **Ce ne sont pas les mêmes élèves qui répondent correctement aux critères microscopiques et aux critères macroscopiques**.

Dans les critères macroscopiques, nous retrouvons la similarité des réponses pour les formules H₂O, CO₂ et C₂H₆O (confusion mélange et corps composé).



Dans ce tableau, nous regardons les critères macroscopiques ou microscopiques choisis par les élèves pour une formule chimique : O₂.

Moins de 30 % des élèves sélectionnent à la fois le critère macroscopique et le critère microscopique (Macro + micro).

En fin d'enseignement secondaire, les élèves associent à la formule un critère essentiellement microscopique (63% micro seul). Ce choix augmente avec les années d'enseignement alors qu'il diminue pour le critère macroscopique (Macro seul).

Conclusion :

- Non – maîtrise en collège et lycée de l'interprétation des formules dans un registre macroscopique en terme de corps pur / mélange ;
- Pas ou peu d'association du critère macroscopique aux formules chimiques.

Les formules chimiques ne peuvent pas jouer leur rôle de méta-niveau pour les élèves.

Suite à ce travail, nous souhaitons proposer une séquence d'enseignement s'appuyant sur une « re-construction historique », au sens proposé par Cécile de Hosson (2011), permettant d'introduire la formule chimique au cycle 4.