



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Inspection Pédagogique Régionale de Physique Chimie

Explicitation des compétences du livret scolaire au lycée

Outil d'appropriation des compétences du livret scolaire au lycée général et technologique en physique chimie

Mobiliser à bon escient
les connaissances,
méthodes et outils

Analyser, raisonner et
faire preuve d'esprit
critique

Rechercher extraire et
exploiter l'information
utile

Communiquer à l'écrit
et à l'oral en utilisant
un langage rigoureux et
des outils pertinents

Mobiliser les
compétences
expérimentales

La notion de compétence n'est pas une notion nouvelle dans notre pays. Elle est apparue depuis plusieurs décennies dans le cadre de la pédagogie par objectifs, et prenait alors essentiellement la forme de savoirs et savoir-faire. La loi d'orientation de juillet 1989 qui organisait les cycles à l'école maternelle et à l'école élémentaire a officialisé un peu plus cette notion, mais c'est le socle commun de connaissances et de compétences, apparu avec la loi d'orientation de 2005 qui l'a clairement stabilisée en tant qu'attendu institutionnel, tout comme le nouveau socle commun de connaissances de compétences de culture mis en œuvre à partir de la rentrée 2016. Traduction française des « compétences clés » identifiées par le conseil de l'Europe au début des années 2000, il définit la compétence en termes opératoires comme étant la mobilisation et l'articulation de connaissances, de capacités et d'attitudes pour répondre avec succès à une situation donnée.

Aujourd'hui, au collège, le diplôme national du brevet reste attaché à des épreuves terminales, mais le contrôle continu, associé à la notion de moyenne, est remplacé par l'évaluation des différents domaines du socle commun en fonction de quatre niveaux de maîtrise. Un ensemble de compétences travaillées dans chaque discipline et des attendus de fin de cycle en matière de connaissances et de capacités clairement identifiées constituent le cahier des charges des enseignants pour la formation des élèves. Sept compétences identiques sont ainsi visées en physique chimie, en SVT, et en technologie.

Pratiquer des démarches scientifiques

Concevoir, créer, réaliser

S'approprier des outils et des méthodes

Pratiquer des langages

Mobiliser des outils numériques

Adopter un comportement éthique et responsable

Se situer dans l'espace et dans le temps

Ces compétences préparent l'élève à la poursuite de ses études, notamment au lycée, et contiennent des éléments qui seront ensuite réinvestis et retravaillés dans des compétences plus larges qui sont celles du livret scolaire de l'élève et celles de la démarche scientifique. Nous donnons ci-dessous le descriptif des compétences visées au collège et des liens qui peuvent être faits avec les compétences attendues au lycée.

Pratiquer des démarches scientifiques

- Identifier des questions de nature scientifique.
- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question scientifique. Concevoir une expérience pour la ou les tester.
- Mesurer des grandeurs physiques de manière directe ou indirecte.
- Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant.
- Développer des modèles simples pour expliquer des faits d'observations et mettre en œuvre des démarches propres aux sciences.

- Analyser, raisonner et faire preuve d'esprit critique.
- Mobiliser des compétences expérimentales.
- Communiquer à l'écrit et à l'oral en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents.
- Rechercher, extraire et exploiter l'information utile

Concevoir, créer, réaliser

- Concevoir et réaliser un dispositif de mesure ou d'observation.

- Analyser, raisonner et faire preuve d'esprit critique.
- Mobiliser des compétences expérimentales.
- Mobiliser à bon escient, les connaissances, méthodes et outils.

S'approprier des outils et des méthodes

- Effectuer des recherches bibliographiques.
- Utiliser des outils numériques pour mutualiser des informations sur un sujet scientifique.
- Planifier une tâche expérimentale, organiser son espace de travail, garder des traces des étapes suivies et des résultats obtenus.

- Mobiliser à bon escient, les connaissances, méthodes et outils.
- Communiquer à l'écrit et à l'oral en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents.
- Rechercher, extraire et exploiter l'information utile

Pratiquer des langages

- Lire et comprendre des documents scientifiques.
- Utiliser la langue française en cultivant précision, richesse de vocabulaire et syntaxe pour rendre compte des observations, expériences, hypothèses et conclusions.
- S'exprimer à l'oral lors d'un débat scientifique.
- Passer d'une forme de langage scientifique à une autre.

- Communiquer à l'écrit et à l'oral en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents.
- Rechercher, extraire et exploiter l'information utile

Mobiliser des outils numériques

- Utiliser des outils d'acquisition et de traitement de données, de simulations et de modèles numériques.
- Produire des documents scientifiques grâce à des outils numériques, en utilisant l'argumentation et le vocabulaire spécifique à la physique et à la chimie.

- Communiquer à l'écrit et à l'oral en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents.
- Mobiliser des compétences expérimentales.

Adopter un comportement éthique et responsable

- Expliquer les fondements des règles de sécurité en chimie, électricité et acoustique. Réinvestir ces connaissances ainsi que celles sur les ressources et sur l'énergie, pour agir de façon responsable.
- S'impliquer dans un projet ayant une dimension citoyenne.

- Mobiliser à bon escient, les connaissances, méthodes et outils.
- Mobiliser des compétences expérimentales.

Se situer dans l'espace et dans le temps

- Expliquer, par l'histoire des sciences et des techniques, comment les sciences évoluent et influencent la société.
- Identifier les différentes échelles de structuration de l'Univers.

- Mobiliser à bon escient, les connaissances, méthodes et outils.

L'objectif de ce document est d'explicitier les compétences attendues au lycée en physique chimie et de proposer un outil, dont l'utilisation reste à l'appréciation des enseignants, qui permette de positionner les élèves sur les quatre niveaux de maîtrise mis en évidence dans le livret scolaire. Parce que chaque enseignant a sa propre démarche d'entrée dans les compétences, nous proposons trois modes de présentation, complémentaires les uns des autres. Pour chaque compétence, nous présentons ainsi un **descriptif global de la compétence (1)**, une **trame conceptuelle (2)** montrant des axes d'observation et des critères utilisables pour apprécier chaque compétence et une **échelle descriptive (3)** proprement dite qui décline les quatre niveaux de maîtrise en portraits globaux. Les éléments que comporte chaque échelle descriptive ne sont pas injonctifs. Pour affiner l'attribution d'un niveau de maîtrise, l'enseignant évaluera en particulier l'importance et la quantité des aides éventuellement apportées aux élèves.

Rechercher, extraire et exploiter l'information utile

Cette compétence est naturellement liée à la compétence « communiquer à l'écrit et à l'oral en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents ». Elle interroge le « savoir décoder » au niveau du lycée pour juger de l'**aptitude de l'élève à s'approprier l'information et à en tirer profit**. Les sources d'informations pourront être des documents écrits (textes de vulgarisation, articles de journaux, textes scientifiques...), visuels (tableaux de données, constructions graphiques, signaux obtenus avec des appareils de mesure...), audiovisuels, multimédias, des expériences réalisées ou simulées voire des personnes ressources.

L'élève **analyse les sources d'information et organise les informations récoltées de manière à les utiliser**, notamment les confronter ou les mettre en relation avec ses propres connaissances, et en faciliter le réinvestissement dans le cadre de tâches spécifiques. Cette aptitude à comparer et à confronter des informations nécessite que l'élève développe son sens critique.

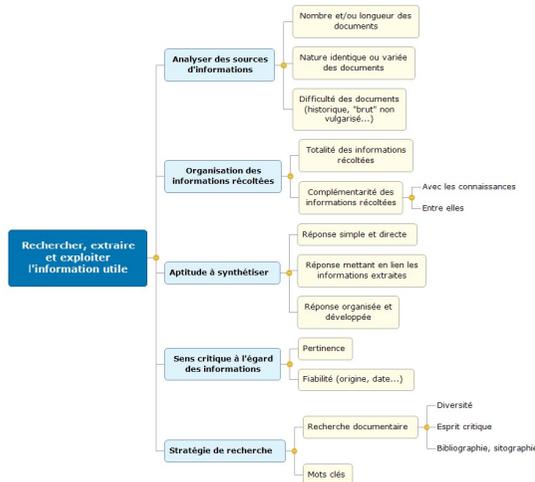
Des liens avec les compétences de la démarche scientifique

Les liens de cause à effet entre différentes idées, disponibles et **validés** ce qui est à retenir, dégage l'information utile du superflu. Il doit comprendre l'organisation des informations et les liens de cause à effet entre différentes idées, analyser de façon objective et argumentée différents points de vue, et contraindre à relever d'une recherche documentaire. Les sources d'information (dont les documents) sur lequel l'élève doit alors se donner des **stratégies de recherche** et utiliser les TICE à bon escient en respectant la propriété intellectuelle et en évaluant la fiabilité des sources.

Des pistes pour l'évaluation

Critères d'évaluation	Activités propres à l'évaluation
<ul style="list-style-type: none"> Efficacité des stratégies de recherche dans le cas d'une recherche autonome Qualité de l'analyse des documents trouvés fournis et de leur mise en relation éventuelle Repérage d'informations complémentaires présentées sous des formes différentes (textes, graphe, tableau...) Organisation des informations contenues dans les documents Prise de distance par rapport aux documents et mise en relation avec ses propres connaissances Dans le cas d'une synthèse, identification de la problématique principale et qualité de la synthèse 	<p>Les activités de recherches documentaires (TPE, projets...) et les activités de synthèse documentaires sont des activités porteuses mais les activités de type résolutions de problème et certaines activités expérimentales y contribuent également.</p>

(1)

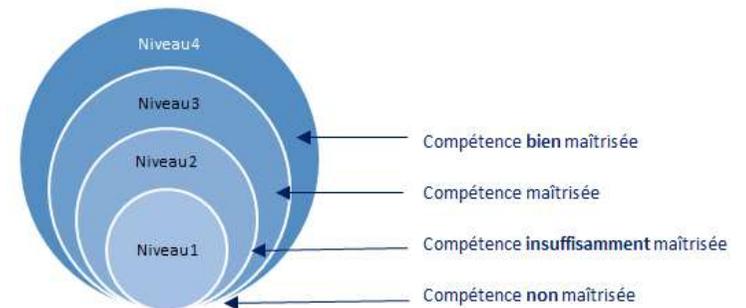


(2)

① Compétence non maîtrisée	② Compétence insuffisamment maîtrisée	③ Compétence maîtrisée	④ Compétence bien maîtrisée
Si des documents lui sont fournis, l'élève extrait très peu d'information(s) pertinente(s). <i>L'élève repère et met en lien très peu d'information(s) pertinente(s) dans les documents même si le questionnement est guidé ou ouvert.</i>	Si des documents lui sont fournis, l'élève extrait quelques informations pertinentes. <i>L'élève repère et met en lien quelques informations pertinentes dans les documents que le questionnement soit guidé ou ouvert.</i>	Si des documents lui sont fournis, l'élève extrait l'intégralité des informations pertinentes. <i>L'élève repère et met en lien l'intégralité des informations pertinentes dans les documents que le questionnement soit guidé ou ouvert.</i>	
L'élève ne répond pas au questionnement lié aux documents. Dans le cadre d'une recherche autonome, l'élève trouve des documents en lien avec la situation.	L'élève répond partiellement au questionnement lié aux documents. <i>L'élève répond partiellement aux questions dans le cadre d'un questionnement guidé en mettant en lien les informations avec ses connaissances.</i>	L'élève répond majoritairement au questionnement lié aux documents. <i>L'élève répond à la majorité des questions dans le cadre d'un questionnement guidé ou développe une réponse en mettant en lien les informations extraites, dans le cadre d'une synthèse argumentée.</i>	L'élève répond intégralement au questionnement lié aux documents. <i>L'élève répond à l'intégralité des questions dans le cadre d'un questionnement guidé ou développe une réponse structurée en mettant en lien les informations extraites, dans le cadre d'une synthèse argumentée.</i>
	Dans le cadre d'une recherche autonome, l'élève sélectionne des documents en lien avec la situation. <i>L'élève hiérarchise les documents trouvés en termes de pertinence. Il diversifie les sources d'informations.</i>	Si cela s'y prête, l'élève sait relier ces informations à ses connaissances. Dans le cadre d'une recherche autonome, l'élève extrait des informations dans les documents sélectionnés. <i>L'élève sélectionne des informations en lien avec la problématique sans les hiérarchiser en termes de pertinence.</i>	Dans le cadre d'une recherche autonome, l'élève extrait des informations pertinentes dans les documents sélectionnés et en vérifie systématiquement la fiabilité. <i>L'élève hiérarchise les informations sélectionnées en termes de pertinence et en garde une trace organisée.</i>

(3)

Les compétences du livret scolaire sont en interaction forte avec les compétences de la démarche scientifique. C'est pour cela que nous avons construit les échelles descriptives en faisant le maximum de liens avec les compétences de la démarche scientifique. La démarche que nous avons adoptée se fonde sur la construction d'échelles descriptives communément adoptée dans l'esprit des « poupées russes »¹. Dans cette construction, un niveau supérieur de compétences intègre les niveaux inférieurs. Nous avons également essayé de décrire ce que « l'élève sait faire » à la place de « ce qui ne sait pas faire ». C'est la raison pour laquelle les libellés qui explicitent des compétences sont rédigés de manière positive. Dans un souci de lecture, nous avons mentionné en couleur bleue et en italique un ensemble d'éléments supplémentaires qui permettent à l'enseignant d'affiner son observation.



¹ Cette démarche, adoptée notamment au Québec, a guidé notre réflexion.

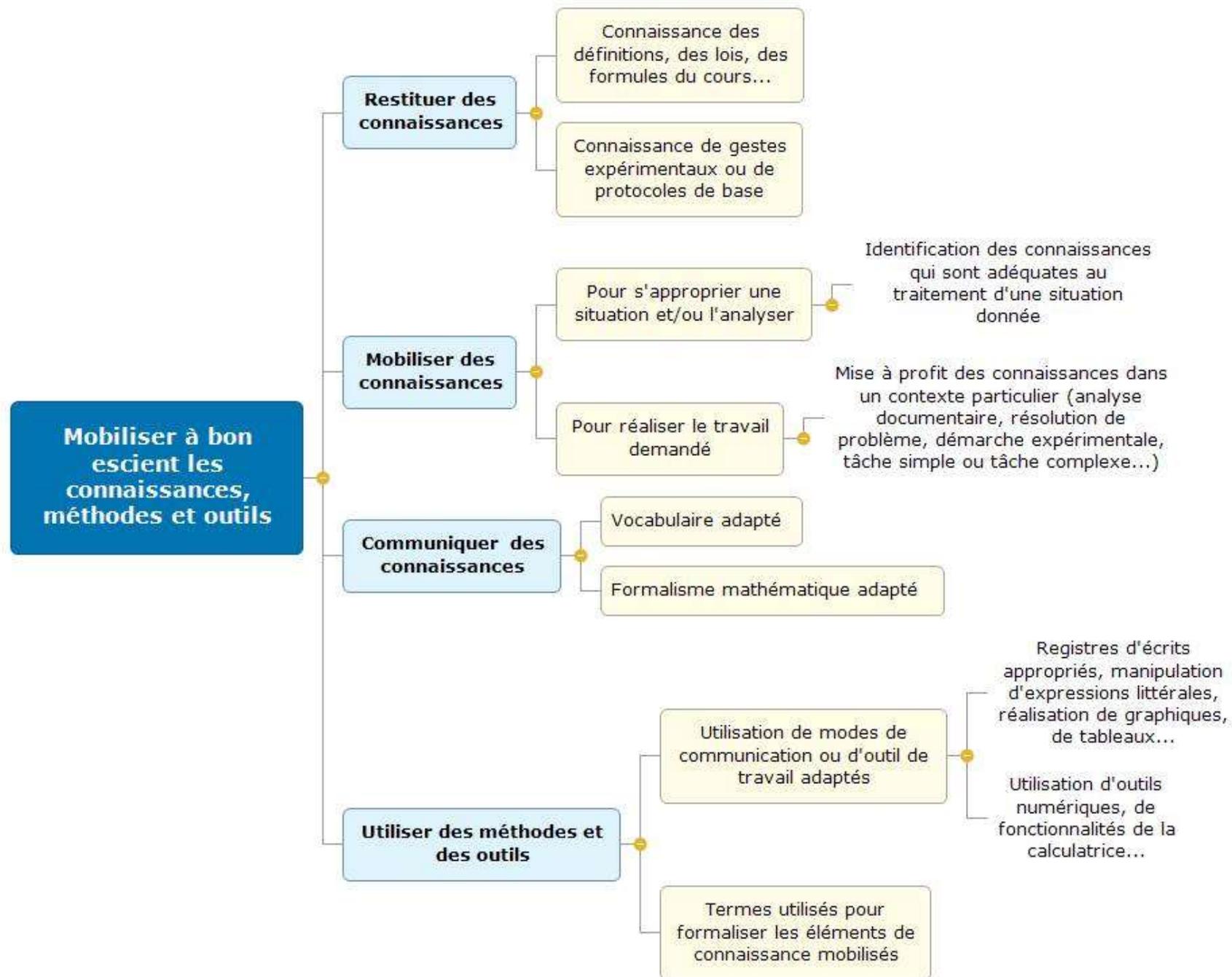
Mobiliser à bon escient les connaissances, méthodes et outils

Cette compétence est fortement liée aux autres. Elle vise l'**utilisation par l'élève des ressources (connaissances, capacités, méthodes et outils) qu'il a acquises**. Cette utilisation peut se faire à partir d'une sollicitation explicite dans le cadre de questions ciblées, l'incitant à restituer de manière directe ce qu'il a appris (une définition ou une loi par exemple) ou d'une sollicitation implicite au travers d'une situation plus ouverte.

Dans le cas de situations ouvertes, il s'agit pour l'élève de mettre à profit ses acquis dans un contexte particulier (analyse documentaire, résolution d'un problème, démarche expérimentale notamment) et d'**identifier dans son réseau de connaissances** celles qui sont adéquates au traitement d'une situation donnée. Il est amené à utiliser différents outils et à réinvestir des méthodes qu'il a acquises dans un autre contexte.

Dans les deux cas, que la restitution soit induite ou mise en jeu dans le cadre d'une mobilisation autonome, les **termes utilisés** par l'élève pour formaliser ses éléments de connaissance doivent être **corrects au niveau scientifique**.

Critères d'évaluation	Activités propices à l'évaluation
<ul style="list-style-type: none">• Qualité scientifique des connaissances mobilisées• Utilisation des concepts, lois et modèles des sciences physiques• Choix des connaissances, des méthodes et des outils mobilisés pour répondre à la situation	Toutes les activités peuvent donner lieu à l'évaluation de cette compétence.



① Compétence non maitrisée	② Compétence insuffisamment maitrisée	③ Compétence maitrisée	④ Compétence bien maitrisée
<p>L'élève restitue peu de connaissances de définitions et/ou de lois.</p> <p><i>L'élève connaît certaines définitions et/ou lois et/ou capacités ou protocoles expérimentaux de base.</i></p> <p>L'élève mobilise très peu voire aucun savoir-faire et connaissance pour tenter de répondre à la situation.</p> <p><i>L'élève met peu à profit ses connaissances dans un contexte particulier (analyse documentaire, résolution d'un problème, démarche expérimentale).</i></p> <p><i>Il identifie difficilement dans son réseau de connaissances celles qui sont adéquates au traitement d'une situation donnée.</i></p> <p>L'élève communique de façon perfectible les connaissances qu'il restitue ou qu'il mobilise.</p> <p><i>Les termes utilisés par l'élève pour formaliser ses éléments de connaissance ne sont pas toujours corrects au niveau scientifique (utilisation des notations du texte ; respect des unités ; écriture du résultat adaptée)</i></p>	<p>L'élève restitue tout ou partie les connaissances requises pour la situation.</p> <p><i>L'élève connaît les définitions, les relations du cours et/ou les capacités ou protocoles expérimentaux de base adaptés à la situation.</i></p> <p>L'élève mobilise correctement quelques connaissances et savoir-faire pour répondre partiellement à la situation.</p> <p><i>L'élève met à profit ses connaissances dans un contexte particulier (analyse documentaire, résolution d'un problème, démarche expérimentale).</i></p> <p><i>Il identifie globalement dans son réseau de connaissances celles qui sont adéquates au traitement d'une situation donnée.</i></p> <p>L'élève communique de façon correcte les connaissances qu'il restitue ou qu'il mobilise.</p> <p><i>Les termes utilisés par l'élève pour formaliser ses éléments de connaissance sont suffisamment corrects au niveau scientifique.</i></p>	<p>L'élève restitue les connaissances requises pour la situation.</p> <p><i>L'élève connaît les définitions, les relations du cours et/ou les capacités ou protocoles expérimentaux de base adaptés à la situation.</i></p> <p>L'élève mobilise les connaissances suffisantes pour répondre à la situation en utilisant quelques outils et méthodes adaptés.</p> <p><i>L'élève met à profit ses connaissances dans un contexte particulier (analyse documentaire, résolution d'un problème, démarche expérimentale).</i></p> <p><i>Il identifie clairement dans son réseau de connaissances celles qui sont adéquates au traitement d'une situation donnée.</i></p> <p>L'élève communique de façon correcte les connaissances qu'il restitue ou qu'il mobilise.</p> <p><i>Les termes utilisés par l'élève pour formaliser ses éléments de connaissance sont suffisamment corrects au niveau scientifique.</i></p>	<p>L'élève mobilise toutes les connaissances pour répondre rigoureusement à la situation en utilisant les outils et méthodes adaptés.</p> <p><i>L'élève met à profit ses connaissances dans un contexte particulier (analyse documentaire, résolution d'un problème, démarche expérimentale).</i></p> <p><i>Il identifie clairement dans son réseau de connaissances celles qui sont adéquates au traitement d'une situation donnée.</i></p>

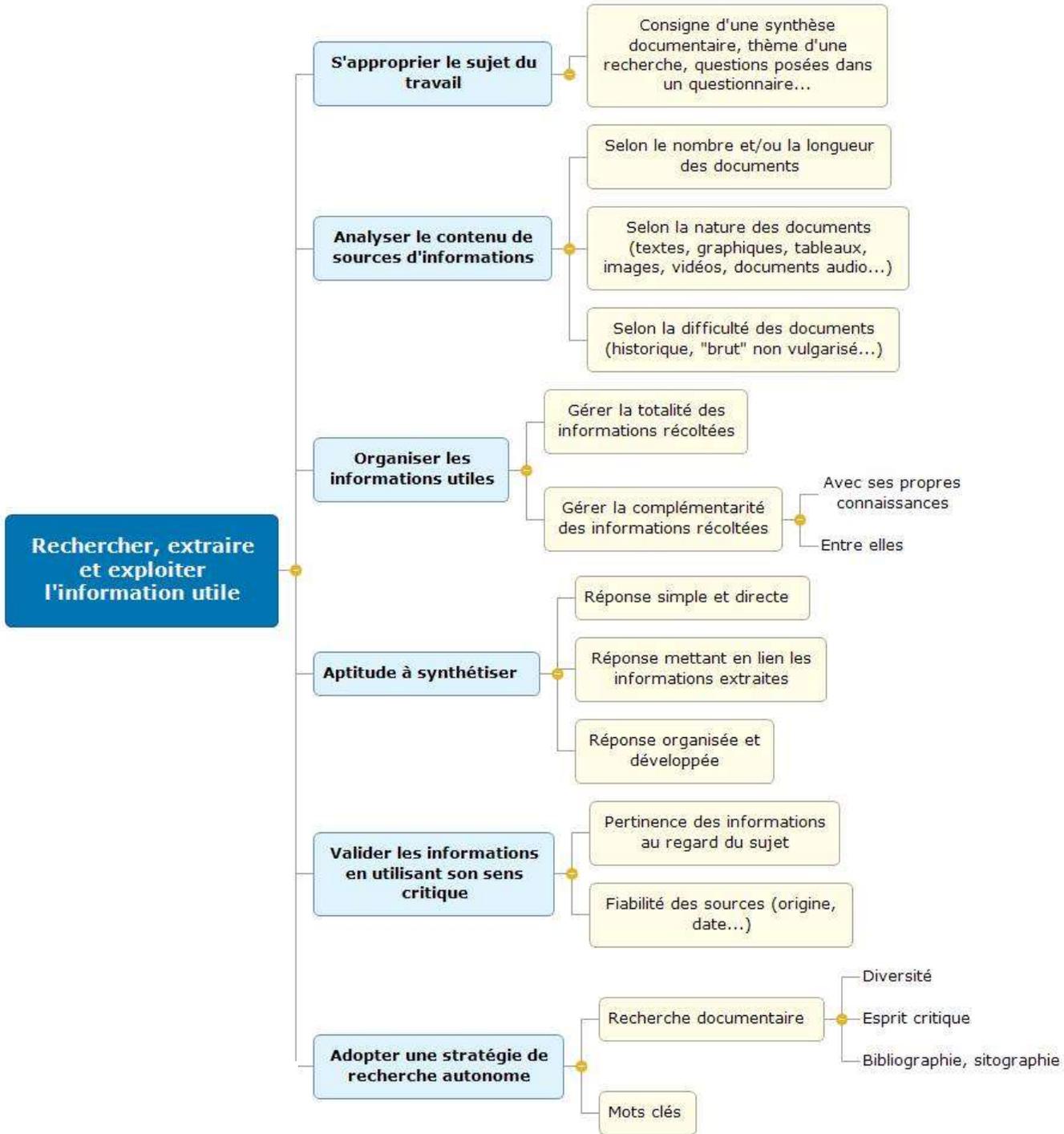
Rechercher, extraire et exploiter l'information utile

Cette compétence est naturellement liée à la compétence « *communiquer à l'écrit et à l'oral en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents* ». Elle interroge le « savoir décoder » au niveau du lycée pour juger de l'**aptitude de l'élève à s'approprier l'information et à en tirer profit**. Les sources d'informations pourront être des documents écrits (textes de vulgarisation, articles de journaux, textes scientifiques...), visuels (tableaux de données, constructions graphiques, signaux obtenus avec des appareils de mesure...), audiovisuels, multimédias, des expériences réalisées ou simulées voire des personnes ressources.

L'élève **analyse les sources d'informations et organise les informations récoltées de manière à les utiliser**, notamment les confronter ou les mettre en relation avec ses propres connaissances, dans le cadre de tâches spécifiques. Cette aptitude à comparer et à confronter des informations nécessite que l'élève développe son sens critique à l'égard de la multitude de renseignements disponibles et **valide ce qui est à retenir, dégage l'information utile du superflu**. Il doit comprendre l'organisation interne d'un document, pouvoir établir des liens de cause à effet entre différentes idées, analyser de façon objective et argumentée différents points de vue. C'est le cas notamment lorsque l'exploitation attendue prend la forme d'une synthèse.

Les sources d'informations (dont les documents) sur lesquelles l'élève devra travailler peuvent être imposées ou au contraire relever d'une recherche documentaire. L'élève doit alors se donner des **stratégies de recherche** et utiliser les TICE à bon escient en respectant la propriété intellectuelle et en évaluant la fiabilité des sources.

Critères d'évaluation	Activités propices à l'évaluation
<ul style="list-style-type: none">• Efficacité des stratégies de recherche dans le cas d'une recherche autonome• Qualité de l'analyse des documents trouvés fournis et de leur mise en relation éventuelle• Repérage d'informations complémentaires présentées sous des formes différentes (texte, graphe, tableau...)• Organisation des informations contenues dans les documents• Prise de distance par rapport aux documents et mise en relation avec ses propres connaissances• Dans le cas d'une synthèse, identification de la problématique principale et qualité de la synthèse	Les activités de recherches documentaires (TPE, projets...) et les activités de commentaires ou de synthèses documentaires sont des activités porteuses, mais les activités de type résolutions de problème et certaines activités expérimentales y contribuent également.



① Compétence non maîtrisée	② Compétence insuffisamment maîtrisée	③ Compétence maîtrisée	④ Compétence bien maîtrisée
<p>L'appropriation de la situation et l'analyse des documents sont insuffisantes. L'élève extrait très peu d'informations pertinentes pour le travail demandé. <i>L'élève repère et met en lien très peu d'informations pertinentes dans les documents même s'il est guidé.</i></p>	<p>L'appropriation de la situation et/ou l'analyse des documents sont partielles. L'élève extrait quelques informations pertinentes pour le travail demandé. <i>L'élève repère et met en lien quelques informations pertinentes dans les documents que le questionnement soit guidé ou ouvert.</i></p> <p>L'élève répond partiellement au questionnement lié aux documents. <i>L'élève répond à quelques questions dans le cadre d'un questionnement guidé et/ou y répond partiellement.</i> <i>Il amorce difficilement un travail de commentaire ou de synthèse.</i></p>	<p>L'appropriation de la situation et l'analyse des documents sont satisfaisantes. L'élève extrait les informations pertinentes pour le travail demandé. <i>L'élève repère et met en lien les informations pertinentes dans les documents que le questionnement soit guidé ou ouvert.</i></p> <p>L'élève répond suffisamment au questionnement² lié aux documents. <i>L'élève répond majoritairement aux questions dans le cadre d'un questionnement guidé ou développe une réponse dans le cadre d'un travail de commentaire ou de synthèse même s'il reprend intégralement des parties de documents.</i> <i>Si cela s'y prête, l'élève relie de manière autonome ces informations à ses connaissances.</i></p>	<p>L'élève répond au questionnement² lié aux documents. <i>L'élève répond aux questions dans le cadre d'un questionnement guidé ou développe une réponse structurée dans le cadre d'un travail de commentaire ou de synthèse sans reprises intégrales de parties du document.</i></p>
<p>Dans le cadre d'une recherche autonome, l'élève reste dans le domaine de la recherche de documents. Il trouve des documents en lien avec la situation.</p>	<p>Dans le cadre d'une recherche autonome, l'élève franchit le domaine de l'extraction d'informations dans les documents sélectionnés. Il sélectionne des documents en lien avec la situation. <i>L'élève hiérarchise les documents trouvés en termes de pertinence. Il diversifie les sources d'informations.</i></p>	<p>Dans le cadre d'une recherche autonome, l'élève franchit le domaine de l'extraction d'informations dans les documents sélectionnés. Il extrait des informations dans les documents qu'il a sélectionnés. <i>L'élève sélectionne des informations en lien avec la problématique sans obligatoirement les hiérarchiser en termes de pertinence.</i></p>	<p>Dans le cadre d'une recherche autonome, l'élève franchit le domaine de l'extraction d'informations dans les documents sélectionnés. Il extrait des informations pertinentes dans les documents qu'il a sélectionnés et en vérifie la fiabilité. <i>L'élève hiérarchise les informations sélectionnées en termes de pertinence et en garde une trace organisée.</i></p>

² Ce questionnement peut constituer l'objet d'une synthèse documentaire.

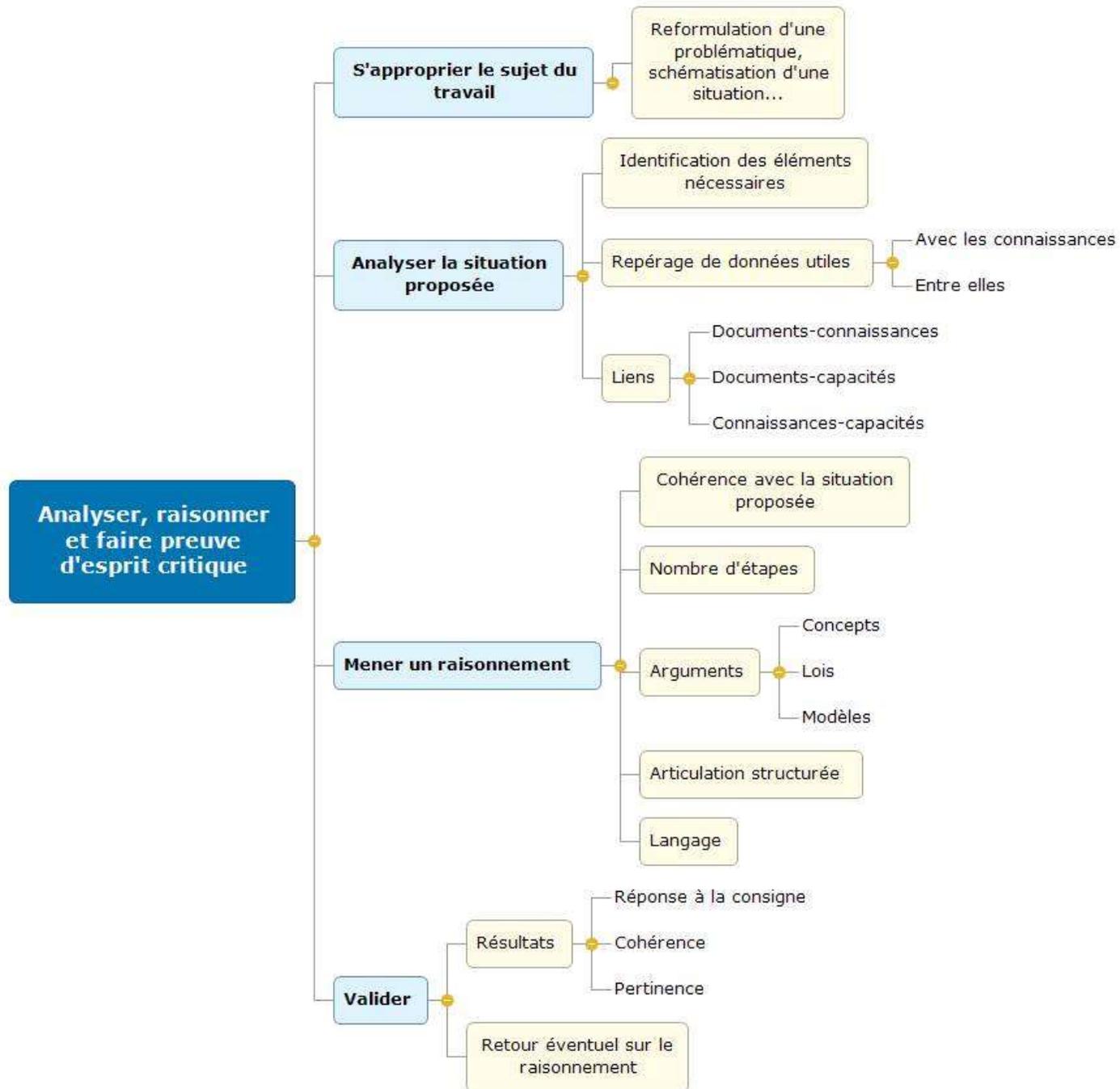
Analyser, raisonner et faire preuve d'esprit critique

Cette compétence est voisine de la compétence « *mettre en œuvre une démarche de résolution de problèmes* », qui en est une traduction en enseignement de spécialité, sans toutefois s'y substituer. Elle vise l'aptitude de l'élève à **poser les bases d'un raisonnement structuré** et à **bâtir un argumentaire**.

L'élève est amené à **analyser une situation dans un contexte donné** pour identifier les questions auxquelles il peut répondre directement, celles qui nécessitent un traitement et celles pour lesquelles l'information est insuffisante. Dans le cas où la réponse n'est pas directe, l'élève met en œuvre une **démarche de recherche**. Cette dernière le conduit à **s'approprier** les éléments d'une situation, à en dégager les éléments déterminants pour bâtir son raisonnement. Il **exploite des ressources variées** qu'elles lui soient internes (connaissances et capacités) ou externes (informations extérieures issues de documents par exemple) et **communique** en utilisant un ensemble de connecteurs logiques assurant la cohérence interne de son explicitation.

L'élève **fait preuve d'esprit critique en prenant une certaine distance par rapport au fruit de son raisonnement** (**validation** d'un résultat numérique obtenu, **analyse** de piste d'amélioration, retour sur le raisonnement initial en prenant en compte d'autres données...).

Critères d'évaluation	Activités propices à l'évaluation
<ul style="list-style-type: none">• Qualité de la communication, en particulier utilisation des connecteurs logiques• Qualité de la catégorisation des questions issues de l'analyse de la situation• Choix des connaissances et capacités pour étayer son raisonnement et son argumentation• Capacité d'adaptation dans l'exploitation de nouvelles idées• Regard critique sur la production (résultat chiffré, ouverture sur d'autres points de vue, pistes alternatives...)• Persévérance dans la réalisation de la tâche	Les activités de type résolutions de problème sont des activités porteuses pour cette compétence. Les activités expérimentales ouvertes sur l'autonomie et l'initiative de l'élève y contribuent également fortement tout comme les activités documentaires débouchant sur une interprétation.



① Compétence non maitrisée	② Compétence insuffisamment maitrisée	③ Compétence maitrisée	④ Compétence bien maitrisée
<p>L'élève retranscrit quelques éléments de la situation proposée.</p> <p><i>L'élève s'approprie très partiellement, voire pas du tout la situation proposée.</i></p> <p>L'élève réalise plus ou moins bien au moins une étape de son raisonnement.</p> <p><i>Si l'élève propose plusieurs étapes, elles sont sans lien entre elles et/ou sans lien apparent avec la situation proposée. Des erreurs sont fréquentes (erreurs de calcul, de logique, connaissances erronées).</i></p>	<p>L'élève identifie des éléments nécessaires à la résolution d'un problème³.</p> <p><i>L'élève s'approprie partiellement la situation proposée. Il établit des liens avec des documents, ses connaissances, ses capacités.</i></p> <p>L'élève réalise une partie d'un raisonnement corrélé avec son appropriation de la situation proposée.</p> <p><i>L'élève mène un raisonnement scientifique partiel en cohérence avec la situation proposée. Il utilise un langage scientifique élémentaire. Des erreurs peuvent être présentes. L'élève avance difficilement dans la tâche.</i></p> <p>L'élève propose le plus souvent des justifications ou des validations.</p> <p><i>L'élève essaie de vérifier la cohérence des résultats obtenus ou de proposer des validations partielles</i></p>	<p>L'élève identifie les éléments nécessaires et suffisants à la résolution d'un problème³.</p> <p><i>L'élève s'approprie suffisamment la situation proposée. Il établit les liens essentiels avec des documents, ses connaissances, ses capacités.</i></p> <p>L'élève réalise les étapes essentielles d'un raisonnement, corrélé avec son appropriation de la situation proposée⁴, et les articule.</p> <p><i>L'élève mène un raisonnement scientifique suffisamment structuré en cohérence avec son appropriation de la situation proposée. Il propose des explications cohérentes et répond à la consigne donnée. Il utilise un langage scientifique adapté à la situation, même si certains points manquent de précision ou comportent des erreurs.</i></p> <p><i>L'élève prend de la distance par rapport à son raisonnement pour le valider.</i></p>	<p><i>L'élève s'approprie correctement la situation proposée. Il établit des liens pertinents avec des documents, ses connaissances, ses capacités et sait distinguer l'essentiel du superflu.</i></p> <p>L'élève réalise les étapes d'un raisonnement corrélé avec la situation proposée et les articule de manière structurée.</p> <p><i>L'élève mène un raisonnement scientifique complet en cohérence avec la situation. Il justifie ses arguments en les appuyant sur des concepts, des lois, des théories ou des modèles pertinents dépassant parfois les données de la situation. Il utilise un langage scientifique rigoureux. Il accomplit la tâche avec suffisamment d'autonomie.</i></p> <p>L'élève valide ses résultats avec un esprit critique.</p> <p><i>Si la situation le nécessite, il est capable de proposer des pistes d'amélioration.</i></p>

³ Il ne s'agit pas forcément d'un problème du type de ceux proposés en spécialité, mais d'une situation suffisamment ouverte.

⁴ Le cas d'un hors sujet ou d'une problématique mal identifiée mais qui comporterait un raisonnement cohérent et suffisamment abouti sera à analyser dans ce contexte.

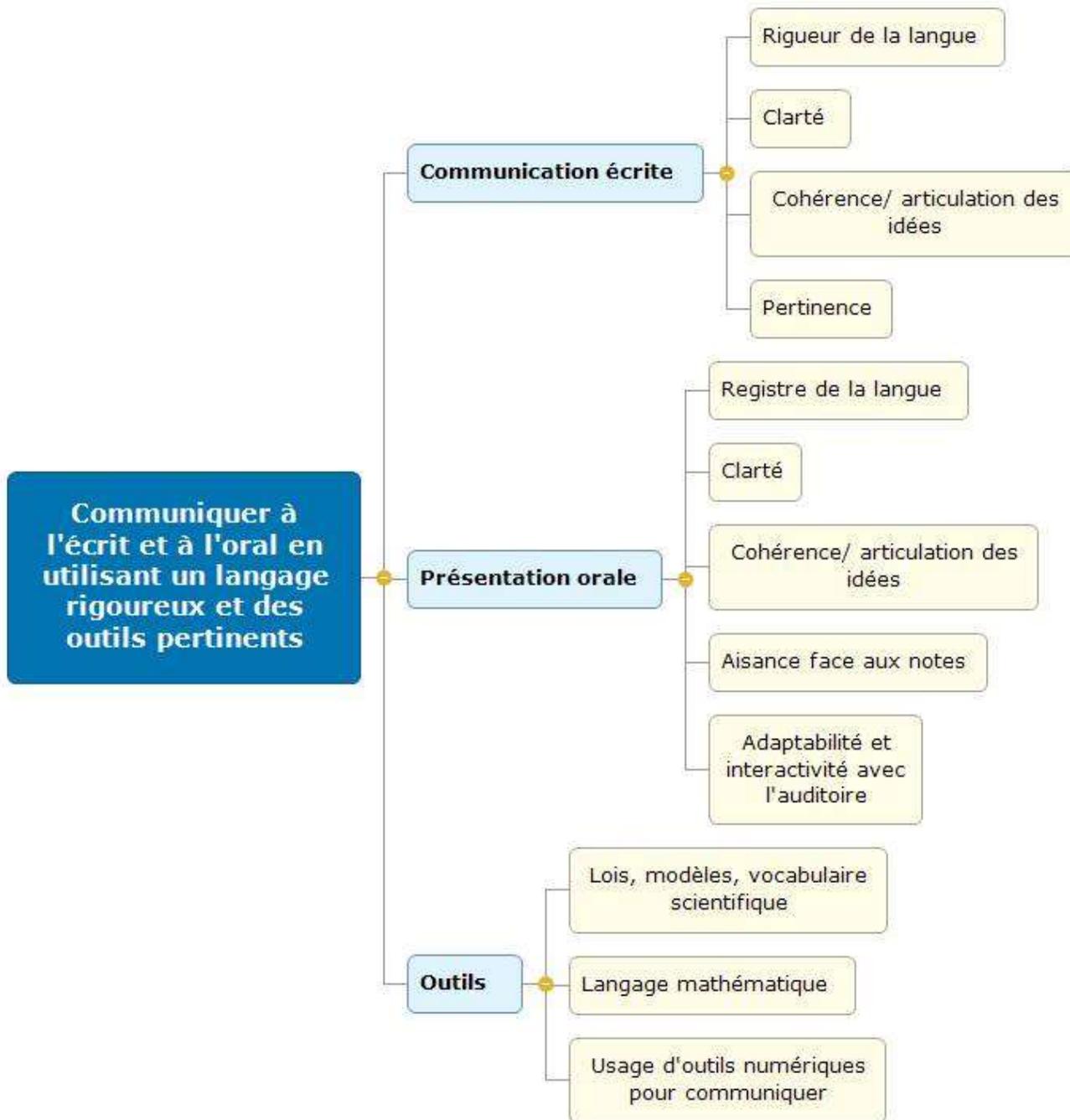
Communiquer à l'écrit et à l'oral en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents

Cette compétence est liée à toutes les autres. Elle vise l'aptitude de l'élève à recourir au mode de communication approprié à la situation s'il en a la liberté, ou à se soumettre au mode de communication qu'on lui impose. **Il doit pouvoir mobiliser divers langages, langue française et langage mathématique notamment et en respecter les usages**, les règles et les conventions (règles de grammaire et d'orthographe, utilisation d'expressions mathématiques littérales, présentation correcte de résultats issus de la mesure...)

Lors d'une production orale, l'élève doit pouvoir **prendre la parole en public en adaptant son attitude**, son registre de langue et ses propos à la situation tout en gérant son stress. Il est capable d'utiliser à bon escient les TICE pour structurer sa présentation en trouvant un mode d'articulation pertinent entre les supports écrits (notes, fiches, diaporamas...) et sa prise de parole. Il tire parti des réactions de ses interlocuteurs pour ajuster sa communication.

Dans le cas d'une production écrite, **l'élève produit différents types d'écrits** (compte rendu d'expérience, rapport de recherche, synthèse argumentée, échange d'informations scientifiques...). Il planifie sa rédaction en sélectionnant les idées pertinentes et en les organisant de manière cohérente au regard de la consigne qu'on lui donne.

Critères d'évaluation	Activités propices à l'évaluation
<ul style="list-style-type: none">Degré de maîtrise du vocabulaire, de la syntaxe ou des symboles utilisésRespect des registres de langue, des codes et des conventionsPertinence dans le choix du langage retenu comme véhicule du messageAdéquation du message au contexte et à l'interlocuteurDegré de cohérence du messagePrise de distance par rapport aux écrits au cours d'une présentation oraleRéactivité face au public au cours d'une présentation orale	Les activités de types synthèses argumentées sont porteuses pour cette compétence. Toute autre activité s'y prête également si elle exige un écrit suffisamment structuré par l'élève lui-même.



① Compétence non maitrisée	② Compétence insuffisamment maitrisée	③ Compétence maitrisée	④ Compétence bien maitrisée
<p>L'élève utilise peu de vocabulaire scientifique et/ou peu des codes adaptés à la situation.</p> <p>L'élève présente un nombre réduit d'éléments dans son propos avec peu de cohérence.</p> <p><i>L'élève présente une succession d'éléments sans liens.</i></p> <p><i>Dans le cadre d'une présentation orale, il se détache très difficilement voire pas du tout de ses notes.</i></p>	<p>L'élève utilise du vocabulaire scientifique et/ou des codes partiellement adaptés à la situation.</p> <p>L'élève juxtapose des éléments de son propos.</p> <p>L'élève adapte difficilement son message à son /ses interlocuteur(s).</p>	<p>L'élève utilise du vocabulaire scientifique et/ou des codes adaptés à la situation.</p> <p>L'élève présente les éléments de son propos en les organisant de manière cohérente.</p> <p><i>Dans le cadre d'une présentation orale, il utilise des outils pertinents de communication (expressions littérales, TIC, concepts, modèles, lois).</i></p> <p>L'élève adapte globalement les éléments de son message à son/ses interlocuteur(s) et dans un contexte oral essaie d'interagir avec son auditoire.</p>	<p>L'élève communique rigoureusement. Il organise son propos de manière cohérente et pertinente.</p> <p>L'élève adapte son message à son /ses interlocuteur(s) et dans un contexte oral fait preuve d'une bonne réactivité face à son auditoire.</p>

Mobiliser des compétences expérimentales

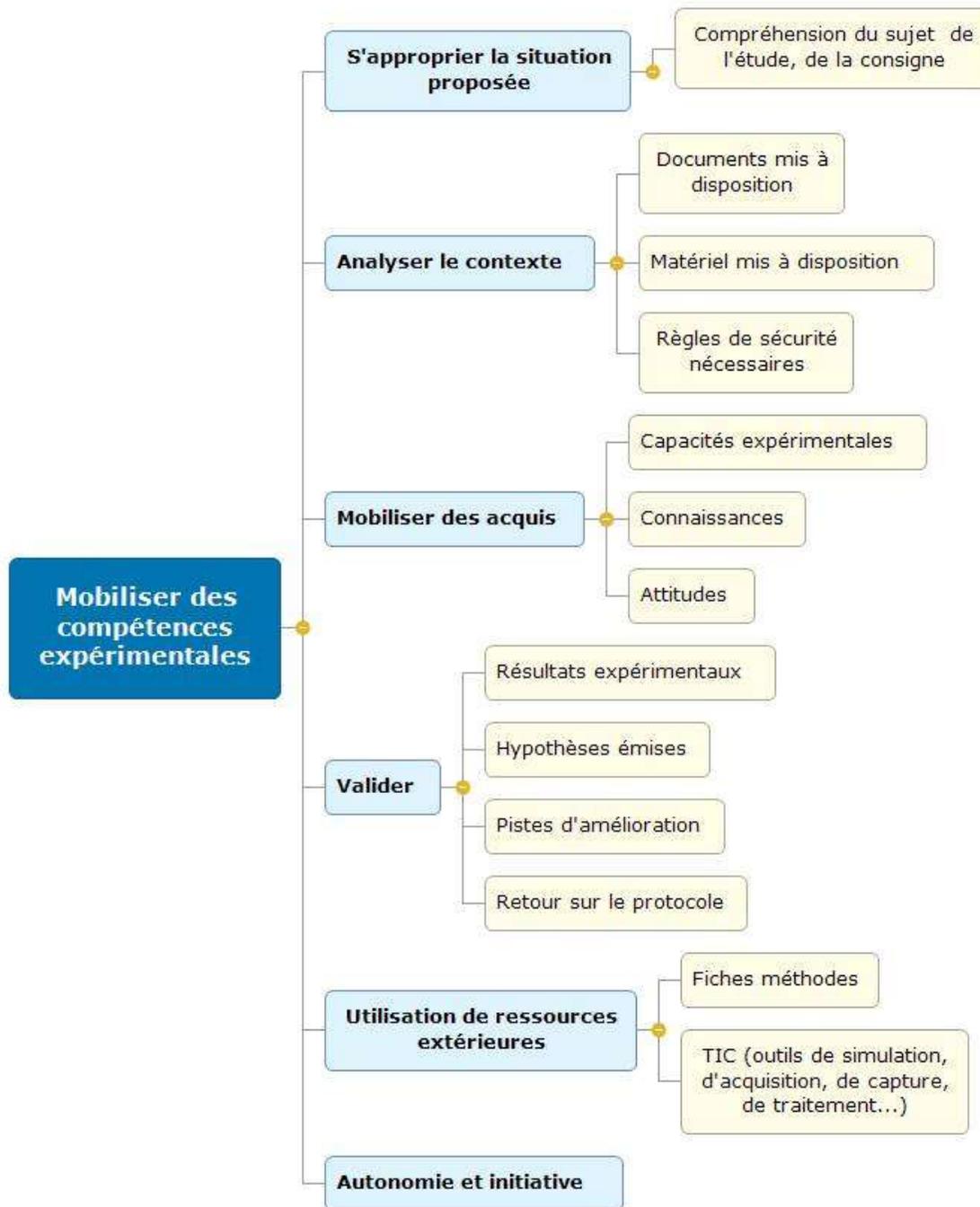
L'élève **analyse** la situation qui lui est proposée, et **s'approprie** la problématique du travail à effectuer. Selon la situation, il est amené à suivre, à justifier ou à proposer un protocole expérimental, puis à le **réaliser** en respectant les règles de sécurité inhérentes à la situation. Il sait mobiliser les capacités expérimentales qu'il a acquises, quitte à s'aider si besoin (et si la situation dans laquelle il est placé le permet) de fiches méthodes.

Il porte un jugement critique sur la pertinence des résultats obtenus et/ou des hypothèses faites dans la perspective de les **valider**. L'élève doit schématiser, observer, réaliser et analyser les mesures, en estimer la précision et écrire les résultats de façon adaptée. Il **communique** pour rendre compte de sa démarche. Lorsque la situation le permet, il est capable de **prendre des initiatives** en respectant l'environnement matériel et les règles de sécurité. Il sait qu'il a le droit à l'erreur et le cas échéant persévère dans sa recherche.

Cette compétence est découpée dans le livret scolaire en trois composantes qui permettent de se focaliser sur certains points particuliers développés ci-dessus :

- L'analyse de problèmes, de phénomènes, de protocoles.
- La conception et la réalisation d'un protocole.
- La validation ou l'invalidation d'hypothèses ou de résultats expérimentaux.

Critères d'évaluation	Activités propices à l'évaluation
<ul style="list-style-type: none">• Appropriation d'une situation donnée pour en dégager un plan de travail (que le protocole soit imposé ou pas).• Appropriation de l'environnement expérimental• Analyse des éléments mis à disposition (données, documents, instruments...)• Dans le cas d'une démarche ouverte, cohérence de la stratégie proposée pour répondre à une problématique• Réalisation d'un dispositif expérimental• Utilisation du matériel et des instruments de mesure dans le respect des règles de sécurité• Présentation des résultats de mesure• Exploitation des résultats expérimentaux• Analyse critique des résultats expérimentaux et retour sur la situation initiale si nécessaire	Les activités expérimentales en effectifs réduits sont porteuses pour cette compétence.



	① Compétence non maitrisée	② Compétence insuffisamment maitrisée	③ Compétence maitrisée	④ Compétence bien maitrisée
Analyser un problème et concevoir un protocole.	L'élève s'approprie très partiellement la situation.	L'élève s'approprie et analyse partiellement la situation. <i>Il est capable de justifier quelques éléments d'un protocole.</i>	L'élève s'approprie et analyse suffisamment la situation. <i>Il est capable de justifier un protocole ou d'en proposer un de manière cohérente... ...même si une aide ponctuelle ou une relance est envisageable.</i>	L'élève s'approprie la situation et analyse tous ses éléments de manière pertinente. <i>...le plus souvent sans aide ou relance.</i>
Mettre en œuvre un protocole expérimental dans le respect des conditions de sécurité et de l'environnement.	L'élève mobilise très peu les capacités expérimentales. <i>Selon la situation, il arrive à suivre tout ou partie d'un protocole fourni. Il comprend difficilement le protocole qu'il suit et/ou s'organise maladroitement pour sa mise en œuvre. Il nécessite de nombreuses aides.</i>	L'élève mobilise partiellement les capacités expérimentales. <i>Il réalise correctement le protocole fourni en respectant les règles de sécurité qui lui sont indiquées. Il nécessite pour cela plusieurs aides.</i>	L'élève mobilise globalement les capacités expérimentales. <i>Il suit la totalité d'un protocole expérimental. Il connaît et applique les règles de sécurité de base et respecte scrupuleusement de nouvelles règles particulières si la situation l'exige. Quitte à s'aider d'aides extérieures (fiches méthodes, coups de pouce...) il les suit correctement.</i>	L'élève mobilise parfaitement les capacités expérimentales. <i>Quitte à s'aider de fiches méthodes, il sait choisir ces dernières à bon escient.</i>
Valider ou invalider une hypothèse, un résultat d'expérience.		L'élève formule une ébauche de jugement critique sur les résultats obtenus et/ou les hypothèses faites.	L'élève valide correctement les résultats expérimentaux et/ou les hypothèses faites.	L'élève porte un jugement critique sur la pertinence des résultats obtenus et/ou des hypothèses faites. <i>Selon la situation il sait proposer des pistes d'amélioration d'un protocole.</i>

Exemple d'utilisation

Des compétences de la démarche scientifique vers les compétences du livret scolaire

Pour terminer ce document, nous proposons un exemple d'utilisation à partir de deux copies d'élèves produites au cours d'une activité de type résolution de problème. Cette activité a été proposée à des élèves de première S et porte sur les combustions et leur impact environnemental. L'objectif est de tester l'aptitude des élèves à mobiliser en autonomie leurs connaissances et savoir-faire dans le domaine des transformations chimiques en particulier la réalisation d'un bilan de matière. Ils doivent pour cela prélever des informations dans plusieurs documents, certaines informations permettant de juger de la vraisemblance de leur résultat.

Comme pour le baccalauréat, nous proposons de travailler à partir d'une **grille descriptive analytique** construite à partir des **compétences de la démarche scientifique**⁵ auxquelles nous avons ajouté la compétence « restituer une connaissance ». Une liste de critères de réussite permettant d'associer le niveau A à chacune des compétences est indiquée. En fonction du nombre de critères respectés, cette grille permet habituellement d'accéder à une note chiffrée. En ciblant une partie des compétences de la démarche scientifique, nous montrerons qu'elle peut également permettre d'accéder aux niveaux de maîtrise d'une compétence du livret scolaire que l'on se fixe. Nous illustrerons ceci autour des trois compétences du livret scolaire suivantes :

- Analyser, raisonner et faire preuve d'esprit critique.
- Mobiliser à bon escient les connaissances, méthodes et outils.
- Communiquer à l'écrit et à l'oral en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents.

⁵ S'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

Impact environnemental du lanceur Soyouz - FREGAT

Le kérosène et le dioxygène liquide (LOX) sont les principaux ergols du système de propulsion du lanceur Soyouz-FREGAT. Leur combustion produit majoritairement de l'eau, du dioxyde de carbone et du monoxyde de carbone. Le plan de mesures environnement du lanceur vise entre autres à mesurer les retombées atmosphériques des produits issus de la combustion.

⇒ DOCUMENTS MIS À DISPOSITION :

Document 1 : Impact du lanceur Soyouz-FREGAT sur l'environnement

Le CNES /CSG a pris l'initiative de mettre en place un suivi de l'impact du lanceur sur l'environnement. Cependant, la difficulté réside dans le fait que ces composés sont trouvés naturellement dans l'atmosphère et sont le produit de la combustion de voitures, des avions, etc.

Pour information :

- seuls les produits de combustion émis entre 0 et 3 000 m sont susceptibles de retomber,
- à raison de trois lancements par an, la pollution générée sur la totalité du vol Soyouz dans la couche atmosphérique est équivalente à celle :
 - d'un BOEING 747 faisant 2 A/R Cayenne / Paris,
 - d'une consommation annuelle d'environ 40 voitures soit, plus exactement, 13 voitures par lancement (parcourant chacune 20 000 km par an, avec une consommation de 8 litres de gazole pour 100 km).

Extrait de la plaquette Soyouz – Centre spatial guyanais

Document 2 : Réaction de combustion d'un carburant

La combustion dans un moteur est la transformation chimique entre le dioxygène de l'air (comburant) et le carburant. La combustion complète du carburant engendre la formation de dioxyde de carbone CO_2 et d'eau (H_2O). Cette réaction libère une grande quantité d'énergie, principalement sous forme de chaleur, d'où son intérêt.

Document 3 : Élément de la fiche caractéristique d'un véhicule diesel

Moteur	Diesel
Carburant utilisé	Gazole : Dodécane
Composition chimique	alcane linéaire à 12 atomes de carbone de formule brute $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$
densité	0,80

Données :

Masse molaire atomique : $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

Travail à effectuer : déterminer la masse de dioxyde de carbone produite lors d'un lancement de Soyouz.

Au cours de l'activité, certains « coups de pouce » (aides partielles) ont été prévus par l'enseignant pour relancer la recherche. Lorsqu'ils ont été donnés, ils sont mentionnés dans les copies par l'indication (CDP). Nous précisons que lorsque les copies semblent incomplètes, ce n'est pas par manque de temps.

Aides partielles à donner selon les besoins

- 1) Identifier le carburant utilisé dans un véhicule diesel. Donner sa formule brute.
- 2) À l'aide des documents 2 et 3, identifier les réactifs et les produits de la réaction de combustion se déroulant dans le moteur d'un véhicule diesel.
- 3) Écrire l'équation de combustion en respectant la conservation des éléments.
- 4) Calculer le volume de carburant consommé en un an par treize voitures.
- 5) Connaissant la densité du dodécane, en déduire sa masse volumique puis calculer la masse de carburant consommé.
- 6) Établir un tableau d'avancement : déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.
- 7) Établir un bilan de matière dans l'état final puis calculer la masse de dioxyde de carbone produite lors de la combustion complète.
- 8) Donner des relations entre grandeurs qui manqueraient pour amorcer ou mener le raisonnement.

La grille descriptive analytique utilisée pour la correction est celle figurant sur la page suivante.

COMPÉTENCE	Capacité associée	Critères de réussite	Niveau de réussite			
			Les niveaux de réussite dépendent du nombre d'aides données.			
			A	B	C	D
RESTITUER UNE CONNAISSANCE RCO	Restituer et/ou mobiliser une connaissance ou un savoir-faire (y compris transversal)	<p>L'élève est capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'ajuster une équation de combustion (les réactifs et produits étant identifiés); - de restituer la relation liant la densité, la masse volumique et la masse volumique de l'eau; - de restituer la relation liant la masse, la masse volumique et le volume; - de restituer la relation liant la masse, la quantité de matière et la masse molaire ; - d'exprimer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques - d'identifier le réactif limitant. <p>L'élève est capable d'utiliser la proportionnalité pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - calculer le volume de carburant consommé en un an ; - tenir compte du nombre de voitures. 				
S'APPROPRIER APP	Dégager une problématique	<p>Pour répondre à la question, il faut calculer la masse de dioxyde de carbone produite en un an, lors de la combustion complète, par treize voitures diesel parcourant 20000 km chacune et consommant 8 L /100 km.</p>				
	Identifier les éléments importants des documents 1, 2 et 3 pour répondre à la question.	<p>L'élève est capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'identifier la nature du carburant utilisé par une voiture diesel (doc.3) : $C_{12}H_{26}$ - d'identifier la nature des réactifs et produits de la réaction de combustion complète (doc.1, 2 et 3) ; $C_{12}H_{26}$, O_2, CO_2, H_2O - d'extraire la valeur de la densité du carburant utilisé ainsi que la consommation d'un véhicule diesel (doc.3) : $d = 0,80$ 				
ANALYSER ANA	Établir une stratégie de résolution	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissant la nature des réactifs et des produits, il sera possible d'écrire l'équation de la combustion complète se déroulant dans le véhicule diesel. - La connaissance de la masse de réactif (dodécane), déterminée en utilisant la densité, permet de calculer la quantité de matière correspondante. (À l'aide d'un tableau d'avancement), on peut alors déterminer le réactif limitant (le dioxygène de l'air étant en excès) et l'avancement maximal. Un bilan de matière dans l'état final permet de calculer la quantité de matière puis la masse de dioxyde de carbone produite par la réaction de combustion. - La connaissance de la masse de dioxyde de carbone produite par la réaction de combustion complète, permet de répondre à la question. 				
RÉALISER REA	Mener la démarche de résolution	<ul style="list-style-type: none"> - Écrire l'équation de combustion complète se produisant au sein d'un véhicule. $2 C_{12}H_{26} + 37 O_2 \rightarrow 24 CO_2 + 26 H_2O$ <ul style="list-style-type: none"> - Calculer le volume de carburant consommé en un an par treize voitures. $13 \times 20000 \times 8 / 100 = 20800 L$				

		<p>–Calculer la masse puis la quantité de matière correspondante.</p> $m_{ivoiture}(C_{12}H_{26}) = d \times \rho_{eau} \times V = 0,80 \times 1,0 \times 20800 = 1,7 \cdot 10^4 \text{ kg} = 1,7 \cdot 10^7 \text{ g}$ $n_{ivoiture}(C_{12}H_{26}) = m_{ivoiture}(C_{12}H_{26}) / M(C_{12}H_{26}) = 1,7 \cdot 10^7 / (12 \times 12 + 26) = 9,4 \cdot 10^4 \text{ mol}$ <p>Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant (en s'aidant éventuellement d'un tableau d'avancement). <i>Le dioxygène de l'air étant en excès, c'est C₁₂H₂₆ qui est le réactif limitant :</i></p> $n_{ivoiture}(C_{12}H_{26}) - 2x_{max} = 0 \text{ soit } x_{max} = 4,7 \cdot 10^4 \text{ mol}$ <p>- Établir un bilan de matière à l'état final pour calculer la masse de dioxyde de carbone produite lors de cette combustion complète.</p> $n_{fvoiture}(CO_2) = 24 \times x_{max} = 24 \times 4,7 \cdot 10^4 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ mol}$ $m_{fvoiture}(CO_2) = n_{fvoiture}(CO_2) \times M(CO_2) = 1,1 \cdot 10^6 \times (12 + 2 \times 16) = 4,8 \cdot 10^7 \text{ g}$ <p><i>(Si on calcule directement la quantité de matière, on a $n_{ivoiture}(C_{12}H_{26}) = 9,8 \cdot 10^4 \text{ mol}$ ce qui implique $x_{max} = 4,9 \cdot 10^4 \text{ mol}$, $n_{fvoiture}(CO_2) = 1,2 \cdot 10^6 \text{ mol}$ et $m_{fvoiture}(CO_2) = 5,3 \cdot 10^7 \text{ g}$)</i></p>				
VALIDER VAL	Faire preuve d'esprit critique	L'élève prend de la distance par rapport à son résultat pour le valider en le mettant en perspective avec l'équivalence donnée sur le trajet d'un Boeing.				
COMMUNIQUER COM	Rédiger la réponse au problème	<p>L'élève est capable d'organiser la réponse sous la forme d'un argumentaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - compréhensible en utilisant un vocabulaire scientifique correct et adapté ; - logique en l'organisant de manière cohérente et pertinente ; - rigoureux en menant des calculs à partir d'expressions littérales, en respectant les unités et chiffres significatifs ; - complet en détaillant toutes les étapes de l'argumentaire. 				

Aide au choix des niveaux de réussite :

Niveau A	Les indicateurs choisis apparaissent dans leur (quasi) totalité.
Niveau B	Les indicateurs choisis apparaissent partiellement.
Niveau C	Les indicateurs choisis apparaissent de manière insuffisante.
Niveau D	Les indicateurs choisis ne sont pas présents.

Aide à la notation chiffrée :

- Majorité de A et de B : note entre 3 et 5 ;

- majorité de A : note entre 4 ou 5 (majorité de A et aucun C ou D : 5)
- majorité de B : note entre 3 et 4 (uniquement des B : 3)

- Majorité de C et D : note entre 0 à 3

- majorité de C : entre 1 et 3 (uniquement des C : 2)
- majorité de D entre 0 et 2 (uniquement des D : 0 ; dès qu'il y a d'autres niveaux que le D : 1 ou 2)

Physique - Chimie

COPIE 1

$$8 \times 200 = 1600$$

$$1600 \times 13 = 20800$$

13 voitures ayant une consommation de 8 litres de gazole pour 100 kms et faisant 20000 kms par an ont une consommation totale de 20800 L de gazole.

$$V = 20800 \text{ L}$$

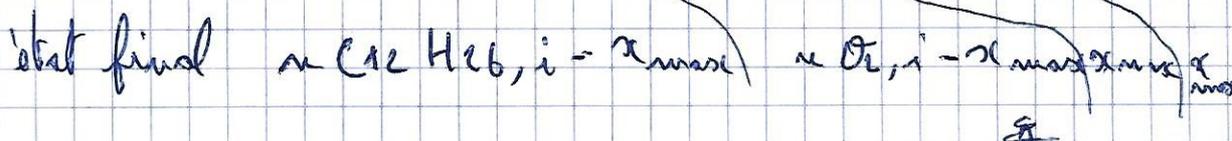
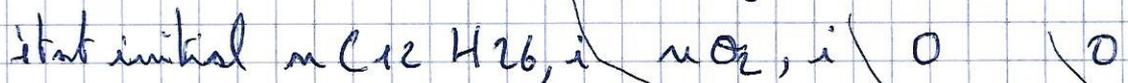
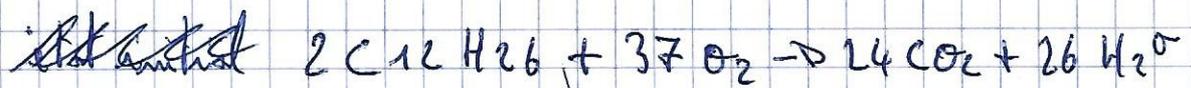
$$d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}} \quad d = \frac{0,8}{1} = 0,8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$$

$$\rho(\text{gazole}) = 0,8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \quad M(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = 12 \times 12 + 26 = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{\rho \times V}{M} = \frac{0,8 \times 10^{-3} \times 20800}{180} = 9,2 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

CP
donnée
 $d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}}$

formule de la combustion



Résolution de problème

COPIE 2

On cherche à déterminer la masse de dioxyde de carbone produite lors d'un lancement de Soyuz.

On sait que à partir de 3000 m soit 3 km il n'y a plus de retomber. On sait aussi que la pollution générée lors d'un vol est équivalente à celle d'une voiture consommant 8 litres ^{de gazole} pour 100 km

Donc $\frac{8}{100} = 0,08$ L par kilomètre.

Ainsi $0,08 \times 3 = 0,24$ L consommés pour 3 km



$n(C_{12}H_{26}) = \frac{m(C_{12}H_{26})}{M(C_{12}H_{26})}$ or $d = \frac{\rho}{\rho_{eau}} = \frac{m}{V}$ donc

$m(C_{12}H_{26}) = d \times V = 0,8 \times 0,24 = 1,92 \times 10^{-1} g$

$M(C_{12}H_{26}) = M(C) \times 12 + M(H) \times 26$
 $= 12 \times 12 + 26$
 $= 170 g \cdot mol^{-1}$

donc $n(C_{12}H_{26}) = \frac{1,92 \times 10^{-1}}{170} = 1,13 \times 10^{-3} mol$

$n(O_2) = \frac{m(O_2)}{M(O_2)}$

Faisons un tableau d'avancement;

	$n(\text{C}_{12}\text{H}_{26})$	$n(\text{O}_2)$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{H}_2\text{O})$
Ei pour $x=0$	$n(\text{C}_{12}\text{H}_{26})$	$n(\text{O}_2)$	0	0
Ef	$n(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) - 2x_{\text{max}}$	$n(\text{O}_2) - 37x_{\text{max}}$	$24x_{\text{max}}$	$26x_{\text{max}}$

Si $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ est le réactif limitant

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) - 2x_{\text{max}} = 0$$

$$2x_{\text{max}} = n(\text{C}_{12}\text{H}_{26})$$

$$x_{\text{max}} = \frac{n(\text{C}_{12}\text{H}_{26})}{2} = \frac{4,13 \times 10^{-3}}{2} = 5,65 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

La valeur de x_{max} la plus faible est celle du réactif limitant entièrement consommé

Donc $x_{\text{max}} = 5,65 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ainsi $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ est le réactif limitant

$$n(\text{CO}_2) = 24 x_{\text{max}} = 24 \times 5,65 \times 10^{-4} = 1,4 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + M(\text{O}) \times 2 = 12 + 16 \times 2 = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

on sait que $n = \frac{m}{M}$ donc $m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2)$

$$m(\text{CO}_2) = 1,4 \times 10^{-2} \times 44 = 6,2 \times 10^{-1} \text{ g}$$

Ainsi lors d'un lancement de Soyuz, il y a $6,2 \times 10^{-1} \text{ g}$ de dioxyde de carbone produit.

Analyse des copies des élèves à partir des compétences de la démarche scientifique :

Pour chacune des deux copies, nous surlignons en jaune dans la grille précédente les critères de réussite qui nous semblent être respectés.

Copie 1 :

Dans cette copie on voit clairement que l'élève n'est pas arrivé au bout du travail à faire. La problématique n'est pas complètement dégagée, même si l'on comprend un début de stratégie de réponse. L'élève a su correctement repérer qu'il fallait prendre en compte la consommation annuelle de 13 voitures, il a su donner l'équation bilan de la combustion correspondante. Sans expliciter de quelle espèce chimique il s'agissait, bien qu'on le comprenne à partir de l'indication liée à la masse molaire moléculaire mentionnée, il a tenté un calcul de quantité de matière. Ce calcul est incorrect, car l'élève a fait une erreur dans le calcul de la masse moléculaire du dodécane, puis refait une erreur de conversion pour passer des litres aux millilitres. La mention (CDP) dans la marge indique que l'enseignant a dû lui rappeler la relation entre la masse volumique et la densité. L'élève amorce un début de tableau d'avancement sans toutefois aller jusqu'au bilan de matière. En conclusion on est en présence d'une copie qui montre un raisonnement inachevé et qui n'est pas correctement explicité.

COMPÉTENCE	Capacité associée	Critères de réussite
RESTITUER UNE CONNAISSANCE RCO	Restituer et/ou mobiliser une connaissance ou un savoir-faire (y compris transversal)	<p>L'élève est capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'ajuster une équation de combustion (les réactifs et produits étant identifiés); - de restituer la relation liant la densité, la masse volumique et la masse volumique de l'eau ; - de restituer la relation liant la masse, la masse volumique et le volume ; - de restituer la relation liant la masse, quantité de matière et la masse molaire ; - d'exprimer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques - d'identifier le réactif limitant. <p>L'élève est capable d'utiliser la proportionnalité pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - calculer le volume de carburant consommé en un an ; - tenir compte du nombre de voitures.
S'APPROPRIER APP	<p>Dégager une problématique</p> <p>Identifier les éléments importants des documents 1, 2 et 3 pour répondre à la question.</p>	<p>Pour répondre à la question, il faut calculer la masse de dioxyde de carbone produite en un an, lors de la combustion complète, par treize voitures diesel parcourant 20000 km chacune et consommant 8 L /100 km.</p> <hr/> <p>L'élève est capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'identifier la nature du carburant utilisé par une voiture diesel (doc.3) : $C_{12}H_{26}$ - d'identifier la nature des réactifs et produits de la réaction de combustion complète (doc.1, 2 et 3) ; $C_{12}H_{26}$, O_2, CO_2, H_2O - d'extraire la valeur de la densité du carburant utilisé ainsi que la consommation d'un véhicule diesel (doc.3) : $d=0,8$

masse de dioxyde de carbone formée par la combustion. Au vu de la valeur très faible trouvée puisqu'elle fait moins d'un gramme, l'élève ne met pas en lien ce résultat avec l'indication donnée dans le document au sujet de l'équivalence avec l'émission générée avec un aller-retour de Boeing, pour le critiquer. En conclusion on est en présence d'une copie qui montre un raisonnement cohérent, et plutôt correctement explicité, mais incorrect à cause notamment d'une mauvaise appropriation de la situation.

COMPÉTENCE	Capacité associée	Critères de réussite
RESTITUER UNE CONNAISSANCE RCO	Restituer et/ou mobiliser une connaissance ou un savoir-faire (y compris transversal)	<p>L'élève est capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'ajuster une équation de combustion (les réactifs et produits étant identifiés); - de restituer la relation liant la densité, la masse volumique et la masse volumique de l'eau ; - de restituer la relation liant la masse, la masse volumique et le volume ; - de restituer la relation liant la masse, quantité de matière et la masse molaire ; - d'exprimer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques - d'identifier le réactif limitant. <p>L'élève est capable d'utiliser la proportionnalité pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - calculer le volume de carburant consommé en un an ; - tenir compte du nombre de voitures.
S'APPROPRIER APP	Dégager une problématique	Pour répondre à la question, il faut calculer la masse de dioxyde de carbone produite en un an, lors de la combustion complète, par treize voitures diesel parcourant 20000 km chacune et consommant 8 L /100 km.
	Identifier les éléments importants des documents 1, 2 et 3 pour répondre à la question.	<p>L'élève est capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'identifier la nature du carburant utilisé par une voiture diesel (doc.3) : $C_{12}H_{26}$ - d'identifier la nature des réactifs et produits de la réaction de combustion complète (doc.1, 2 et 3) ; $C_{12}H_{26}$, O_2, CO_2, H_2O - d'extraire la valeur de la densité du carburant utilisé ainsi que la consommation d'un véhicule diesel (doc.3) : $d= 0,8$
ANALYSER ANA	Établir une stratégie de résolution	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissant la nature des réactifs et des produits, il sera possible d'écrire l'équation de la combustion complète se déroulant dans le véhicule diesel. - La connaissance de la masse de réactif (dodécane), déterminée en utilisant la densité, permet de calculer la quantité de matière correspondante. (À l'aide d'un tableau d'avancement), on peut alors déterminer le réactif limitant (le dioxygène de l'air étant en excès) et l'avancement maximal. Un bilan de matière dans l'état final permet de calculer la quantité de matière puis la masse de dioxyde de carbone produite par la réaction de combustion. - La connaissance de la masse de dioxyde de carbone produite par la réaction de combustion complète, permet de répondre à la question.
RÉALISER REA	Mener la démarche de résolution	<ul style="list-style-type: none"> - Écrire l'équation de combustion complète se produisant au sein d'un véhicule. $2 C_{12}H_{26} + 37 O_2 \rightarrow 24 CO_2 + 26 H_2O$ - Calculer le volume de carburant consommé en un an par treize voitures.

	ERREUR DE CONVERSION ET PRÉSENCE D'ERREURS LIÉES DANS LA COPIE	$13 \times 20000 \times 8 / 100 = 20800 \text{ L}$ – Calculer la masse puis la quantité de matière correspondante. $m_{\text{ivoiture}}(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = d \times \rho_{\text{eau}} \times V = 0,80 \times 1,0 \times 20800 = 1,7 \cdot 10^4 \text{ kg} = 1,7 \cdot 10^7 \text{ g}$ $n_{\text{ivoiture}}(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = m_{\text{ivoiture}}(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) / M(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = 1,7 \cdot 10^7 / (12 \times 12 + 26) = 9,4 \cdot 10^4 \text{ mol}$ Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant (en s'aidant éventuellement d'un tableau d'avancement). <i>Le dioxygène de l'air étant en excès, c'est $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ qui est le réactif limitant :</i> $n_{\text{ivoiture}}(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) - 2x_{\text{max}} = 0$ soit $x_{\text{max}} = 4,7 \cdot 10^4 \text{ mol}$ - Établir un bilan de matière à l'état final pour calculer la masse de dioxyde de carbone produite lors de cette combustion complète. $n_{\text{ivoiture}}(\text{CO}_2) = 24 \times x_{\text{max}} = 24 \times 4,7 \cdot 10^4 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ mol}$ $m_{\text{ivoiture}}(\text{CO}_2) = n_{\text{ivoiture}}(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2) = 1,1 \cdot 10^6 \times (12 + 2 \times 16) = 4,8 \cdot 10^7 \text{ g}$ <i>(Si on calcule directement la quantité de matière, on a $n_{\text{ivoiture}}(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = 9,8 \cdot 10^4 \text{ mol}$ ce qui implique $x_{\text{max}} = 4,9 \cdot 10^4 \text{ mol}$, $n_{\text{ivoiture}}(\text{CO}_2) = 1,2 \cdot 10^6 \text{ mol}$ et $m_{\text{ivoiture}}(\text{CO}_2) = 5,3 \cdot 10^7 \text{ g}$)</i>
VALIDER VAL	Faire preuve d'esprit critique	L'élève prend de la distance par rapport à son résultat pour le valider en le mettant en perspective avec l'équivalence donnée sur le trajet d'un Boeing.
COMMUNIQUER COM	Rédiger la réponse au problème	L'élève est capable d'organiser la réponse sous la forme d'un argumentaire : - compréhensible en utilisant un vocabulaire scientifique correct et adapté ; - logique en l'organisant de manière cohérente et pertinente ; - rigoureux en menant des calculs à partir d'expressions littérales, en respectant les unités et chiffres significatifs ; - complet en détaillant toutes les étapes de l'argumentaire.

Notation des copies avec les critères de la résolution de problème :

En utilisant l'aide à la notation on peut attribuer les niveaux suivants

Copie 1	A	B	C	D
APP		x		
ANA		x		
REA				x
VAL				x
COM			x	

Copie2	A	B	C	D
APP			x	
ANA	x			
REA		x		
VAL				x
COM		x		

Note : 2/5

Note : 4/5

Positionnement des copies sur les compétences du livret scolaire :

• Compétence « analyser, raisonner et faire preuve d'esprit critique »

① Compétence non maîtrisée	② Compétence insuffisamment maîtrisée	③ Compétence maîtrisée	④ Compétence bien maîtrisée
<p>L'élève retranscrit quelques éléments de la situation proposée.</p> <p><i>L'élève s'approprie très partiellement, voire pas du tout la situation proposée.</i></p> <p>L'élève réalise plus ou moins bien au moins une étape de son raisonnement.</p> <p><i>Si l'élève propose plusieurs étapes, elles sont sans lien entre elles et/ou sans lien apparent avec la situation proposée. Des erreurs sont fréquentes (erreurs de calcul, de logique, connaissances erronées).</i></p>	<p>L'élève identifie des éléments nécessaires à la résolution d'un problème.</p> <p><i>L'élève s'approprie partiellement la situation proposée. Il établit des liens avec des documents, ses connaissances, ses capacités.</i></p> <p>L'élève réalise une partie d'un raisonnement corrélé avec son appropriation de la situation proposée.</p> <p><i>L'élève mène un raisonnement scientifique partiel en cohérence avec la situation proposée. Il utilise un langage scientifique élémentaire. Des erreurs peuvent être présentes. L'élève avance difficilement dans la tâche.</i></p> <p>L'élève propose le plus souvent des justifications ou des validations.</p> <p><i>L'élève essaie de vérifier la cohérence des résultats obtenus ou de proposer des validations partielles</i></p>	<p>L'élève identifie les éléments nécessaires et suffisants à la résolution d'un problème.</p> <p><i>L'élève s'approprie suffisamment la situation proposée. Il établit les liens essentiels avec des documents, ses connaissances, ses capacités.</i></p> <p>L'élève réalise les étapes essentielles d'un raisonnement, corrélé avec son appropriation de la situation proposée, et les articule.</p> <p><i>L'élève mène un raisonnement scientifique suffisamment structuré en cohérence avec son appropriation de la situation proposée. Il propose des explications cohérentes et répond à la consigne donnée. Il utilise un langage scientifique adapté à la situation, même si certains points manquent de précision ou comportent des erreurs.</i></p> <p><i>L'élève prend de la distance par rapport à son raisonnement pour le valider.</i></p>	<p>L'élève s'approprie correctement la situation proposée. Il établit des liens pertinents avec des documents, ses connaissances, ses capacités et sait distinguer l'essentiel du superflu.</p> <p>L'élève réalise les étapes d'un raisonnement corrélé avec la situation proposée et les articule de manière structurée.</p> <p><i>L'élève mène un raisonnement scientifique complet en cohérence avec la situation. Il justifie ses arguments en les appuyant sur des concepts, des lois, des théories ou des modèles pertinents dépassant parfois les données de la situation. Il utilise un langage scientifique rigoureux.</i></p> <p><i>Il accomplit la tâche avec suffisamment d'autonomie.</i></p> <p>L'élève valide ses résultats avec un esprit critique.</p> <p><i>Si la situation le nécessite, il est capable de proposer des pistes d'amélioration.</i></p>

Pour placer l'élève dans la grille ci-dessus, on peut se focaliser, dans la grille de correction sur les compétences de la démarche scientifique suivantes :

APP, ANA, REA, VAL.

Copie 1 :

L'élève identifie des éléments nécessaires à la résolution du problème sans pour autant exprimer clairement la problématique. Son analyse en revanche n'est pas suffisante et son raisonnement est incomplet, bien que corrélé avec la situation. On note également plusieurs erreurs. **On peut lui attribuer le niveau 2 correspondant à une « compétence insuffisamment maîtrisée ».**

En ce qui concerne le retour vers l'élève on pourra insister sur le fait que c'est essentiellement parce que son raisonnement est inachevé que ce niveau est atteint. Ce sont les compétences de la démarche scientifique ANALYSER et REALISER qui pourront constituer le cœur de la remédiation. On pourra voir avec l'élève quelles sont les raisons qui l'ont empêché d'aller jusqu'au bout et voir notamment s'il avait bien perçu qu'il fallait calculer la masse de dioxyde de carbone formé par la combustion du dodécane utilisé dans les voitures. On pourra revenir également sur la construction du tableau d'avancement.

Copie 2 :

L'échec de l'élève à résoudre correctement le problème tient essentiellement à une erreur dans l'appropriation de la situation en ce sens que les éléments identifiés comme étant nécessaires au problème sont erronés : l'élève a fait une mauvaise analyse du document 1. Malgré tout, la stratégie envisagée est correcte et les étapes du raisonnement proposé sont cohérentes par rapport à son appropriation de la situation et la problématique identifiée. Il va au bout du problème même si le résultat obtenu n'est pas critiqué. **On peut lui attribuer le niveau 3 correspondant à une « compétence maîtrisée ».**

En ce qui concerne le retour vers l'élève, c'est la compétence de la démarche scientifique S'APPROPRIER qui pourra constituer le cœur de la remédiation. On pourra insister sur le fait que c'est essentiellement un problème d'étude de documents qui le pénalise et reprendre avec lui le document 1 en lui demandant, par exemple, de schématiser la situation.

• **Compétence « mobiliser à bon escient les connaissances, méthodes et outils »**

① Compétence non maitrisée	② Compétence insuffisamment maitrisée	③ Compétence maitrisée	④ Compétence bien maitrisée
<p>L'élève restitue peu de connaissances de définitions et/ou de lois.</p> <p><i>L'élève connaît certaines définitions et/ou lois et/ou capacités ou protocoles expérimentaux de base.</i></p> <p>L'élève mobilise très peu voire aucun savoir-faire et connaissances pour tenter de répondre à la situation.</p> <p>L'élève communique de façon perfectible les connaissances qu'il restitue ou qu'il mobilise. <i>Les termes utilisés par l'élève pour formaliser ses éléments de connaissance ne sont pas toujours corrects au niveau scientifique (utilisation des notations du texte ; respect des unités ; écriture du résultat adaptée)</i></p>	<p>L'élève restitue tout ou partie les connaissances requises pour la situation.</p> <p><i>L'élève connaît certaines définitions et/ou lois et/ou capacités ou protocoles expérimentaux de base.</i></p> <p>L'élève mobilise correctement quelques connaissances et savoir-faire pour répondre partiellement à la situation.</p> <p><i>L'élève met peu à profit ses connaissances dans un contexte particulier (analyse documentaire, résolution d'un problème, démarche expérimentale).</i></p> <p><i>Il identifie difficilement dans son réseau de connaissances celles qui sont adéquates au traitement d'une situation donnée.</i></p>	<p>L'élève restitue les connaissances requises pour la situation.</p> <p><i>L'élève connaît les définitions, les relations du cours et/ou les capacités ou protocoles expérimentaux de base adaptés à la situation.</i></p> <p>L'élève mobilise les connaissances suffisantes pour répondre à la situation en utilisant quelques outils et méthodes adaptés.</p> <p><i>L'élève met à profit ses connaissances dans un contexte particulier (analyse documentaire, résolution d'un problème, démarche expérimentale).</i></p> <p><i>Il identifie globalement dans son réseau de connaissances celles qui sont adéquates au traitement d'une situation donnée.</i></p> <p>L'élève communique de façon correcte les connaissances qu'il restitue ou qu'il mobilise. <i>Les termes utilisés par l'élève pour formaliser ses éléments de connaissance sont suffisamment corrects au niveau scientifique.</i></p>	<p>L'élève mobilise toutes les connaissances pour répondre rigoureusement à la situation en utilisant les outils et méthodes adaptés.</p> <p><i>Il identifie clairement dans son réseau de connaissances celles qui sont adéquates au traitement d'une situation donnée.</i></p>

Pour placer l'élève dans la grille ci-dessus, on peut se focaliser, dans la grille de correction sur les compétences de la démarche scientifique suivantes :
RCO et REA.

Copie 1 :

L'élève ajuste correctement l'équation de combustion, il lui faut un coup de pouce pour utiliser la relation entre densité et masse volumique, mais fait appel aux bonnes relations pour le reste. Il exprime correctement la masse molaire moléculaire du dodécane, mais fait une erreur de calcul. Il fait également une erreur de conversion. Il commence un tableau d'avancement, mais ne semble pas capable d'aller jusqu'au bilan de matière auquel cet outil doit conduire. **On peut lui attribuer le niveau 2 correspondant à une « compétence insuffisamment maîtrisée ».**

En ce qui concerne le retour vers l'élève, c'est la compétence de la démarche scientifique REALISER qui pourra constituer le cœur de la remédiation. On pourra insister sur l'exploitation du tableau d'avancement : détermination du réactif limitant, de l'avancement maximal et bilan de matière.

Copie 2 :

L'ensemble des connaissances et capacités nécessaires à la résolution du problème ont été mobilisées. On note cependant une hésitation en ce qui concerne la détermination du réactif limitant même si cette dernière est correcte (en tenant compte de la présence d'erreurs liées). L'élève ne semble pas avoir compris que dans le cas de la combustion évoquée, le dioxygène est le réactif en excès. Le calcul de la quantité de matière initiale de dodécane est faux à cause d'une erreur de conversion. **On peut lui attribuer le niveau 3 correspondant à une « compétence maîtrisée ».**

• **Compétence « communiquer à l'écrit et à l'oral en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents »**

① Compétence non maîtrisée	② Compétence insuffisamment maîtrisée	③ Compétence maîtrisée	④ Compétence bien maîtrisée
<p>L'élève utilise peu de vocabulaire scientifique et/ou peu des codes adaptés à la situation.</p> <p>L'élève présente un nombre réduit d'éléments dans son propos avec peu de cohérence.</p> <p><i>L'élève présente une succession d'éléments sans liens.</i></p> <p><i>Dans le cadre d'une présentation orale, il se détache très difficilement voire pas du tout de ses notes.</i></p>	<p>L'élève utilise du vocabulaire scientifique et/ou des codes partiellement adaptés à la situation.</p> <p>L'élève juxtapose des éléments de son propos.</p> <p>L'élève adapte difficilement son message à son /ses interlocuteur(s).</p>	<p>L'élève utilise du vocabulaire scientifique et/ou des codes adaptés à la situation.</p> <p>L'élève présente les éléments de son propos en les organisant de manière cohérente.</p> <p><i>Dans le cadre d'une présentation orale, il utilise des outils pertinents de communication (expressions littérales, TIC, concepts, modèles, lois).</i></p> <p>L'élève adapte globalement les éléments de son message à son/ses interlocuteur(s) et dans un contexte oral essaie d'interagir avec son auditoire.</p>	<p>L'élève communique rigoureusement. Il organise son propos de manière cohérente et pertinente.</p> <p>L'élève adapte son message à son /ses interlocuteur(s) et dans un contexte oral fait preuve d'une bonne réactivité face à son auditoire.</p>

Pour placer l'élève dans la grille ci-dessus, on se focalisera dans la grille de correction sur la compétence : **COM**.

Copie 1 :

Bien que liées à la situation, les idées se suivent, mais leur articulation est trop peu explicite. Le vocabulaire scientifique et le formalisme littéral est peu présent ou inexact « formule de la combustion » pour « équation bilan de la combustion » par exemple. **On peut lui attribuer le niveau 1 correspondant à une « compétence non maîtrisée ».**

En termes de remédiation, on pourra demander à l'élève d'enregistrer oralement son raisonnement avant de passer à l'écrit.

Copie 2 :

Le vocabulaire scientifique est correct. Le raisonnement est suffisamment organisé même si les idées devraient être davantage liées entre elles (calcul des quantités de matières et tableau d'avancement présent, mais non présentés comme éléments ou outils pour mener à bien le raisonnement). **On peut lui attribuer le niveau 3 correspondant à une « compétence maîtrisée ».**