

KARIM BEDDIAR
DOMINIQUE RENARD-BRAZZI

LA CONSTRUCTION CIRCULAIRE EN ACTION

ENJEUX ET OUTILS NUMÉRIQUES

DUNOD

Direction et conception graphiques de la couverture : Nicolas Wiel

Mise en pages : Nord Compo

Cet ouvrage a été réalisé avec le soutien de CESI.

NOUS NOUS ENGAGEONS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT :



Nos livres sont imprimés sur des papiers certifiés pour réduire notre impact sur l'environnement.



Le format de nos ouvrages est pensé afin d'optimiser l'utilisation du papier.



Depuis plus de 30 ans, nous imprimons 70 % de nos livres en France et 25 % en Europe et nous mettons tout en œuvre pour augmenter cet engagement auprès des imprimeurs français.



Nous limitons l'utilisation du plastique sur nos ouvrages (film sur les couvertures et les livres).

© Dunod, 2024

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-085788-3

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Préface | 11 |
| Remerciements | 15 |
| Abréviations | 17 |
| Introduction | 19 |
| Chapitre 1 ■ L'économie circulaire : définitions et concepts | 25 |
| 1.1 Contexte | 25 |
| 1.1.1 Quelques chiffres | 26 |
| 1.1.2 Le cuivre, illustration de la problématique | 27 |
| 1.2 Définitions | 29 |
| 1.3 Les composantes de l'économie circulaire | 31 |
| 1.3.1 La prévention des déchets | 32 |
| 1.3.2 L'écoconception | 33 |
| 1.3.3 Le réemploi | 36 |
| Quelques exemples inspirants hors de la construction | 37 |
| <i>Petit Bateau</i> | 37 |
| <i>France Auto Reman</i> | 38 |
| 1.3.4 Le recyclage | 38 |
| L'exemple des plastiques | 38 |
| L'exemple du plâtre | 39 |
| L'exemple du verre | 39 |
| 1.3.5 La valorisation énergétique | 41 |
| 1.3.6 L'économie de la fonctionnalité | 42 |
| Quelques exemples inspirants hors de la construction | 42 |
| <i>Decathlon</i> | 42 |
| 1.3.7 L'économie de partage | 43 |
| Un exemple inspirant hors de la construction : BlaBlaCar | 43 |
| 1.4 Les lois et réglementations | 44 |
| 1.4.1 L'évolution des réglementations en Europe | 44 |
| Le pacte vert pour l'Europe | 44 |
| <i>La durabilité des produits</i> | 45 |
| <i>La réduction des déchets</i> | 45 |

| | |
|--|----|
| <i>La gestion des déchets de construction</i> | 46 |
| <i>L'utilisation de matériaux recyclés ou réemployés</i> | 46 |
| <i>La conception circulaire</i> | 46 |
| <i>La responsabilité élargie des producteurs (REP)</i> | 46 |
| <i>L'écoconception et les certifications</i> | 46 |
| <i>Le règlement sur les produits de construction</i> | 47 |
| <i>La CSRD</i> | 47 |
| 1.5 L'écoconception dans les réglementations | 49 |
| 1.6 Le passeport numérique de produit | 49 |
| 1.7 L'évolution de la réglementation en France | 50 |
| 1.8 La Chine, exemplaire ? | 53 |
| 1.9 Les acteurs du changement | 55 |
| 1.9.1 Les gouvernements | 55 |
| 1.9.2 Les acteurs financiers | 55 |
| 1.9.3 Les citoyens | 55 |
| 1.10 Les autres éléments clés du changement | 56 |
| 1.10.1 L'unification du langage entre le secteur financier et celui de la construction | 56 |
| 1.10.2 L'adaptation des normes comptables | 56 |
| 1.10.3 Le comblement du manque de compétences par l'éducation et des politiques adaptées | 57 |
| 1.10.4 L'augmentation de l'attrait des carrières dans ce domaine | 57 |
| 1.10.5 L'intégration de l'économie circulaire dans les programmes d'éducation et de formation professionnelle | 57 |
| 1.11 L'indispensable adaptation des entreprises à l'économie circulaire | 58 |
| 1.11.1 Les modèles économiques circulaires | 58 |
| 1.11.2 L'innovation et la conception de produits | 59 |
| 1.11.3 La chaîne d'approvisionnement durable | 59 |
| 1.11.4 Les partenariats et la collaboration | 59 |
| 1.11.5 La sensibilisation et la formation | 60 |
| 1.11.6 La mesure et le suivi | 60 |
| 1.12 Le <i>management lean</i> , clé de la réussite ? | 60 |
| 1.13 Conclusion | 61 |

| | |
|---|-----------|
| Chapitre 2 ■ L'économie circulaire dans la construction | 63 |
| 2.1 Le nécessaire changement de paradigme face aux mutations | 63 |
| 2.2 La mutation du secteur de la construction | 65 |
| 2.2.1 L'état actuel du secteur de la construction | 67 |
| Dans le monde | 67 |
| En France | 70 |
| <i>La crise du logement</i> | 71 |
| <i>L'impact écologique du bâtiment</i> | 72 |
| <i>La consommation de matières minérales</i> | 74 |
| <i>La gestion des déchets</i> | 75 |
| 2.2.2 Les enjeux de la mutation | 76 |
| Les enjeux sociétaux | 77 |
| Les enjeux économiques | 77 |
| Les enjeux environnementaux et sanitaires | 77 |
| Les enjeux internes au secteur | 78 |
| <i>La focalisation quasi-exclusive sur les résultats financiers court-terme</i> | 78 |
| <i>Le manque d'innovation et une adoption différée</i> | 79 |
| <i>Le manque d'attractivité et de compétences</i> | 80 |
| <i>Les processus informels et le manque de rigueur et de cohérence en cours d'exécution</i> | 80 |
| <i>Le transfert insuffisant de connaissances d'un projet à l'autre</i> | 80 |
| <i>Le suivi faible du projet</i> | 81 |
| <i>Le manque de coopération interfonctionnelle</i> | 81 |
| <i>Le peu de collaboration avec les fournisseurs</i> | 81 |
| <i>Une culture d'entreprise conservatrice</i> | 81 |
| 2.2.3 Les potentiels du secteur | 82 |
| 2.3 La place de l'économie circulaire dans le secteur | 83 |
| 2.3.1 L'économie circulaire et la construction industrialisée | 83 |
| 2.3.2 La circularité de la construction hors-site | 86 |
| La réduction des déchets | 86 |
| Le réemploi et le recyclage des matériaux | 87 |
| 2.3.3 L'économie circulaire et l'évolutivité/réversibilité des bâtiments | 88 |
| Définition des concepts | 90 |
| <i>La réversibilité</i> | 90 |
| <i>L'évolutivité</i> | 90 |
| <i>La modularité</i> | 91 |
| <i>La démontabilité</i> | 91 |
| <i>L'hybridation</i> | 91 |
| Comment et pourquoi construire des édifices évolutifs ? | 91 |

| | |
|---|------------|
| 2.3.4 Vers un bâtiment circulaire | 96 |
| Les conditions de la Commission européenne pour construire circulaire | 99 |
| <i>La durabilité</i> | 99 |
| <i>L'adaptabilité</i> | 99 |
| <i>La réduction des déchets et la facilitation d'une gestion des déchets optimale</i> | 99 |
| <i>La réversibilité</i> | 100 |
| 2.4 Conclusion | 102 |
| Chapitre 3 ■ L'économie circulaire à l'ère du numérique | 103 |
| 3.1 Introduction | 103 |
| 3.2 Le concept de construction numérique et de construction 4.0 | 105 |
| 3.2.1 Les technologies de l'information et de la communication (TIC) | 106 |
| 3.2.2 Les techniques automatisées et industrielles | 106 |
| 3.3 La construction 4.0 et l'éco-responsabilité | 108 |
| 3.4 Le BIM et l'économie circulaire dans la construction | 110 |
| 3.4.1 Le BIM | 110 |
| Le BIM et la conception circulaire | 111 |
| <i>La rationalisation de la conception et la coordination</i> | 113 |
| <i>L'amélioration de la productivité</i> | 113 |
| <i>L'amélioration du contrôle qualité</i> | 113 |
| <i>L'amélioration de la sécurité</i> | 113 |
| <i>La réduction des déchets et de l'impact environnemental</i> | 114 |
| <i>L'optimisation de l'acte de conception</i> | 114 |
| <i>Les analyses (des lots) techniques</i> | 115 |
| <i>La coordination 3D (la détection des collisions)</i> | 115 |
| <i>L'estimation des quantités et des coûts</i> | 115 |
| Le BIM et l'analyse de cycle de vie, outil clé de l'économie circulaire | 116 |
| Le BIM et la (re)valorisation des matériaux | 116 |
| <i>Le BIM et la déconstruction</i> | 116 |
| <i>La réutilisation de matériaux de construction</i> | 117 |
| <i>Le BIM et le passeport matériaux</i> | 118 |
| <i>Un exemple de passeport matériaux : Madaster</i> | 119 |
| <i>Le BIM et la gestion des déchets</i> | 120 |
| <i>Le BIM et l'économie d'énergie</i> | 123 |
| <i>Conclusion</i> | 124 |
| 3.5 L'IA et l'économie circulaire dans la construction | 125 |
| 3.5.1 L'IA dans la construction | 126 |
| L'optimisation des bâtiments grâce à la conception générative | 127 |
| <i>La diminution des risques</i> | 127 |
| <i>L'amélioration de la production sur chantier</i> | 127 |
| <i>L'optimisation des coûts</i> | 128 |

Table des matières

| | |
|--|------------|
| <i>L'optimisation de la planification des projets</i> | 128 |
| <i>L'amélioration de la sécurité sur chantier</i> | 128 |
| <i>Une meilleure gestion de la main-d'œuvre</i> | 129 |
| <i>L'optimisation de la construction hors-site</i> | 129 |
| <i>L'optimisation de la phase de maintenance/exploitation</i> | 129 |
| L'IA et l'économie circulaire | 130 |
| <i>L'optimisation</i> | 130 |
| <i>La prévision</i> | 131 |
| <i>La synthèse</i> | 131 |
| L'IA et la gestion des déchets | 133 |
| <i>Un tri efficace des déchets</i> | 133 |
| <i>L'analyse prédictive pour la production de déchets</i> | 133 |
| <i>L'optimisation de l'efficacité énergétique</i> | 134 |
| <i>La planification intelligente de la déconstruction</i> | 134 |
| Conclusion | 134 |
| 3.6 La <i>blockchain</i> et l'économie circulaire de construction | 136 |
| 3.6.1 Traçabilité et responsabilité améliorées | 136 |
| 3.6.2 Allocation efficace des ressources | 137 |
| 3.6.3 Prévention de la fraude et renforcement de la confiance | 137 |
| 3.6.4 Incitation au recyclage | 138 |
| Exemples d'utilisation | 138 |
| <i>WasteCoin : récompenser les efforts de recyclage</i> | 138 |
| <i>Plastic Bank : lutter contre la pollution plastique des océans</i> | 138 |
| <i>VeChain : améliorer la traçabilité de la chaîne d'approvisionnement</i> | 139 |
| 3.6.5 Les défis et considérations de la <i>blockchain</i> | 139 |
| Difficulté d'adoption | 139 |
| Intégration avec les systèmes existants | 139 |
| Évolutivité | 139 |
| 3.6.6 Conclusion | 139 |
| 3.7 Le <i>lean</i> et l'économie circulaire dans la construction | 140 |
| 3.7.1 <i>Lean</i> et environnement | 140 |
| 3.7.2 Le <i>lean</i> digital | 143 |
| Flexibilité et robustesse | 144 |
| Innovation et amélioration continue | 144 |
| Gestion des risques | 144 |
| Utilisation optimale des ressources | 144 |
| Développement des compétences | 145 |
| Amélioration de la prise de décision | 145 |
| Résilience organisationnelle | 145 |
| <i>Lean digital et green</i> | 145 |
| 3.7.4 Conclusion | 146 |

| | | |
|-------------------|--|------------|
| 3.8 | Vers une circularité forte | 146 |
| 3.9 | Vers la généralisation du <i>low-tech</i> | 147 |
| 3.9.1 | L'impact environnemental des technologies numériques | 148 |
| 3.9.2 | Un numérique responsable et circulaire | 149 |
| 3.10 | Conclusion | 152 |
| Chapitre 4 | ■ Les leviers d'adoption et d'accélération | 153 |
| 4.1 | La nécessaire accélération de l'adoption de l'économie circulaire | 153 |
| 4.1.1 | Les freins à l'économie circulaire | 155 |
| | Un marché peu développé | 155 |
| | Des cadres juridiques et assurantiels peu développés | 156 |
| | Un changement de comportement difficile à opérer | 156 |
| | Des acteurs peu sensibilisés et peu impliqués | 156 |
| | Un manque de compétences dans le domaine | 156 |
| | Un manque de recherche et d'innovation | 157 |
| 4.2 | Le rôle de la formation et la montée en compétences | 157 |
| 4.2.1 | Introduction | 157 |
| 4.2.2 | Les impacts des transitions numériques et écologiques sur l'emploi | 159 |
| 4.2.3 | Le rôle de la formation dans la construction circulaire | 162 |
| 4.2.4 | Les métiers de la construction circulaire | 164 |
| | Concepteur de sobriété | 166 |
| | Mineur urbain | 167 |
| | Commerçant/trader de déchets | 167 |
| | Technologue circulaire | 167 |
| 4.3 | Le rôle de la recherche et l'innovation | 168 |
| 4.3.1 | La recherche et l'innovation en Europe | 168 |
| | Les projets | 169 |
| | <i>L'Union de l'innovation</i> | 169 |
| | <i>Horizon 2020 et Horizon Europe</i> | 169 |
| 4.3.2 | La recherche et l'innovation en France | 170 |
| | La particularité de la recherche en France | 172 |
| 4.4 | La recherche et innovation dans l'économie circulaire | 174 |
| 4.4.1 | Sobriété et frugalité | 175 |
| 4.4.2 | Allongement de la durée de vie des matériaux et des équipements | 175 |

| | |
|---|------------|
| 4.4.3 Régénération des ressources et diminution des déchets | 176 |
| Déconstruire sélectivement | 176 |
| Réemployer et réutiliser | 176 |
| 4.4.4 Management du projet | 177 |
| 4.5 Le rôle des pouvoirs publics et des parties prenantes | 178 |
| 4.5.1 Le rôle des pouvoirs publics | 178 |
| 4.5.2 Le rôle des parties prenantes | 179 |
| 4.5.3 La collaboration entre les pouvoirs publics et les parties prenantes | 181 |
| Écoquartiers | 181 |
| Plates-formes de réemploi des matériaux de construction | 181 |
| Rénovation énergétique | 181 |
| Développement de normes et labels durables | 181 |
| Programmes de formation et de sensibilisation | 181 |
| 4.6 Conclusion | 182 |
| Chapitre 5 ■ Études de cas | 183 |
| 5.1 Introduction | 183 |
| 5.2 L'adoption et le développement de l'économie circulaire (Acorus et Afleya) | 184 |
| 5.2.1 Acorus : reconditionnement et réutilisation des matériaux de plomberie et sanitaires | 185 |
| Détails du projet | 186 |
| 5.2.2 Akibo d'Afleya : numérisation de l'économie circulaire | 188 |
| Détails du projet | 188 |
| L'intégration des innovations numériques et physiques | 189 |
| 5.2.3 Conclusion | 190 |
| 5.3 Le réemploi et l'aménagement intérieur (Hôpital franco-britannique et Moduloop) | 190 |
| 5.3.1 Le contexte | 190 |
| 5.3.2 Présentation du projet | 191 |
| 5.3.3 Détails du projet | 192 |
| 5.3.4 Volet digital du projet | 192 |
| 5.4 La réversibilité des bâtiments (Black Swans) | 195 |
| 5.4.1 Détails du projet | 197 |
| Architecture | 197 |
| Performance énergétique | 197 |
| Réversibilité et adaptabilité | 198 |

| | |
|--|------------|
| 5.4.2 Le projet final | 199 |
| 5.4.3 L'économie circulaire dans le projet | 199 |
| 5.5 Matériau et économie circulaire (le <i>hempcrete</i> , États-Unis) | 200 |
| 5.5.1 Genèse du projet | 201 |
| 5.5.2 Acteurs du projet | 202 |
| 5.5.3 Description du projet | 203 |
| 5.6 Conclusion | 204 |
| | |
| Conclusion générale | 207 |
| Bibliographie et webographie | 209 |
| Index | 217 |

Préface

Cette préface m'offre l'occasion de rappeler les défis et opportunités que présente l'adoption d'une économie plus « circulaire » dans l'un des secteurs clés de notre économie : le bâtiment. Ce domaine est à la fois un pilier de l'économie mondiale et un acteur majeur pour la maîtrise de la consommation des ressources naturelles et la limitation de la production des émissions de gaz à effet de serre. Il se trouve aujourd'hui à un carrefour.

Face à l'accélération de l'urbanisation, à l'augmentation de la population mondiale, et aux défis posés par le dérèglement climatique, la question n'est plus de savoir si le secteur du bâtiment doit évoluer, mais plutôt comment il peut le faire de manière durable et résiliente. La réponse à cette question réside, en partie, dans l'adoption des principes de l'économie circulaire. Ce modèle économique, qui contraste avec l'économie linéaire traditionnelle d'extraction, de fabrication, d'utilisation et de mise au rebut, propose une approche dans laquelle l'utilisation des ressources est prolongée efficacement pour un même usage ou un usage différent à travers le réemploi, la réutilisation et le recyclage des matériaux.

Le livre *La construction circulaire en action* arrive à un moment critique. Alors que la réduction de notre empreinte carbone et la gestion plus responsable de nos ressources ne sont plus une option, cet ouvrage offre une vision et une voie à suivre pour rendre plus « circulaire », et donc plus durable, le secteur du bâtiment. En ma qualité de président de la Fédération française du bâtiment, je perçois non seulement l'impératif, mais également l'urgence pour notre filière d'accélérer résolument cet engagement vers un modèle économique plus responsable. Cette conviction s'ancre dans une réalité que nous vivons déjà : le secteur est en pleine mutation vers des pratiques plus respectueuses de notre environnement, déjà réclamées par bon nombre de nos maîtres d'ouvrage et déjà imposées sous certains aspects, par des réglementations qui figurent parmi les plus exigeantes du monde. La réglementation environnementale 2020 (RE 2020) sur les bâtiments neufs et la mise en place d'une filière responsabilité élargie du producteur pour le bâtiment ne sont que deux exemples emblématiques parmi d'autres.

Le rôle de notre secteur dépasse la simple participation : il s'agit d'une mission cruciale, un devoir impérieux qui nous incombe. Adopter ces nouvelles pratiques est une nécessité absolue pour assurer la viabilité de nos métiers à long terme, notre compétitivité et notre capacité à innover. La transition vers la circularité est une formidable opportunité de redéfinir notre filière, d'améliorer notre efficacité et de repenser les manières de construire : trier les déchets des chantiers d'aujourd'hui pour devenir les ressources des projets de demain, raccourcir les distances pour privilégier le local et réduire l'empreinte carbone, écoconcevoir les bâtiments pour avoir la capacité de s'adapter aux usages qui évoluent, etc. Nous ne sommes pas à la veille de cette révolution : nous sommes déjà mobilisés, portés par des artisans et des entreprises engagés.

L'économie circulaire n'est pas seulement une question de gestion environnementale, c'est une stratégie économique et sociale qui peut conduire à d'importantes innovations, à l'amélioration de la compétitivité, et à la création d'emplois. Dans le secteur du bâtiment, cela signifie repenser nos matériaux, nos méthodes de conception, et nos processus de construction pour qu'ils soient plus flexibles, plus efficaces et moins dépendants des ressources non renouvelables.

Le passage à une économie circulaire n'est cependant pas une tâche facile. Il nécessite une redéfinition de nombreuses pratiques établies, des matériaux que nous utilisons aux techniques de construction que nous employons, en passant par la manière dont nous concevons l'ensemble du cycle de vie des bâtiments. Ce livre démontre comment les technologies numériques telles que le BIM, l'IA ou encore les jumeaux numériques peuvent jouer un rôle crucial pour faciliter la transition vers des pratiques de construction circulaire telles que l'optimisation de la planification, de la construction et de la gestion des bâtiments tout au long de leur cycle de vie et au-delà. Les bâtiments d'aujourd'hui sont en effet les potentielles banques de matériaux de demain que l'outil numérique nous aidera à valoriser toujours plus loin.

Les défis sont certes nombreux, mais les opportunités le sont tout autant. En orientant le secteur du bâtiment vers une économie circulaire, nous pouvons réduire notre consommation d'énergie, notre dépendance aux matériaux non renouvelables et minimiser les déchets de construction et de démolition. Ce faisant, nous répondons non seulement aux exigences réglementaires et aux attentes croissantes des maîtres d'ouvrage en matière de durabilité, mais nous ouvrons également la voie à de nouvelles formes de valeurs économique, sociale et environnementale incluant notamment le coût « carbone » de la construction dont la maîtrise pour nos entreprises devient incontournable.

Je suis convaincu que *La construction circulaire en action* est un ouvrage essentiel pour tous ceux qui sont engagés dans la transformation environnementale et numérique du secteur du bâtiment. Son message est clair : en suivant les principes et les stratégies exposés dans cet ouvrage, nous facilitons l'intégration de pratiques durables au cœur même de notre secteur, guidant ainsi de nombreux professionnels vers des pratiques qui garantissent non seulement la viabilité de leurs projets, mais aussi celle de toute une filière.

Enfin, en préfaçant ce livre, je souhaite non seulement saluer le travail remarquable de ses auteurs, mais aussi encourager chaque professionnel du bâtiment à prendre part à cette transition essentielle. C'est en partageant nos connaissances, en collaborant et en innovant que nous pourrons construire un avenir plus durable pour nous tous.

Olivier Salleron

Président de la Fédération française du bâtiment

Remerciements

Cet ouvrage est le fruit de longs et studieux questionnements, d'un état de l'art sur le sujet, de rencontres, d'échanges avec d'experts, etc. et de nombreuses heures de rédaction et d'efforts sur un sujet d'actualité, essentiel à la profession.

Nous adressons d'abord nos remerciements et notre gratitude à Monsieur Olivier Salleron, président de la Fédération française du bâtiment d'avoir accepté de préfacier cet ouvrage.

Nous tenons également à remercier chaleureusement les entreprises et institutions suivantes de nous avoir fourni des informations ainsi que des illustrations pour alimenter cet ouvrage parmi elles : Afleya, Acorus, CESI et Moduloop.

La rédaction d'un livre est un lourd investissement, d'intenses efforts, consentis en dehors des heures de travail, nous devons, enfin remercier nos familles pour leur patience et leur compréhension.

Abréviations

- ACV : analyse du cycle de vie
- ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
- AGEC : loi anti-gaspillage pour une économie circulaire
- ANR : Agence nationale de la recherche
- BAMB : *Buildings As Material Banks*
- BBC : bâtiment basse consommation
- BBCA : bâtiment bas carbone
- BEM : *Building Energy Modeling* (modélisation énergétique des bâtiments)
- BePOS : bâtiment à énergie positive
- BIM : *Building Information Management* ou *Modeling* ou *Model*
- BREEAM : *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*
- CSR : combustibles solides de récupération
- CSRD : *Corporate Sustainability Reporting Directive*
- CSTB : Centre scientifique et technique du bâtiment
- CVC : chauffage ventilation climatisation
- DfD : *Design for Deconstruction*
- DfMAD : *Design for Manufacturing and Assembly and DisAssembly*
- DfMA-D : *Design for Manufacturing and Assembly and Disassembly*
- DIRDE : dépense intérieure de recherche et développement des entreprises
- DPE : diagnostic de performance énergétique
- DPP : passeport numérique de produit
- EnR : énergie renouvelable
- ESRS : *European Sustainability Reporting Standards*
- GES : gaz à effet de serre
- HPE : haute performance environnementale
- HQE : haute qualité environnementale
- IA : intelligence artificielle
- IEA : *International Energy Agency*
- IFC : *Industry Foundation Classes*
- IoT : *Internet of Things* (Internet des objets)

Abréviations

- ITE : isolation thermique par l'extérieur
- JIT : *Just-In-Time*
- LEED : *Leadership in Energy and Environmental Design*
- OIT : Organisation internationale du travail
- PCE : produits de construction et équipements
- PEMD : produits, équipements, matériaux et déchets
- PLM : *Product Lifecycle Management*
- PNPD : plan national de prévention des déchets
- PPP : partenariats publics privés
- QAI : qualité de l'air intérieur
- RE 2020 : réglementation environnementale 2020
- SNBC stratégie nationale bas carbone
- TECV : transition énergétique pour la croissance verte
- TIC : technologies de l'information et de la communication
- TPM :
- UE : Union européenne
- VSM : *Value Stream Mapping*

12

La fonction complément du nom

1 Le complément du nom

1.1 Les caractéristiques du complément du nom

Le nom et le groupe nominal peuvent être également modifiés par le complément du nom. Celui-ci suit le nom qu'il modifie et dont il dépend au sein du groupe nominal étendu.

La catégorie qui occupe la fonction complément du nom peut être :

Un groupe prépositionnel qui est souvent postposé au nom qu'il complète : *Il s'engouffra dans les profondeurs de la ruelle.*

Dans le cas du groupe prépositionnel, diverses propositions permettent de relier le groupe au nom dont il dépend :

- des prépositions : *à, de, dans, par, pour, en, vers*, etc. ;
- des locutions prépositives : *à côté de, d'après, au bout de*, etc.

Le groupe prépositionnel peut être constitué de différents éléments :

- Préposition + groupe nominal.
- Préposition + groupe infinitif.
- Préposition + pronom.

D'autres catégories peuvent également occuper la fonction complément du nom (Pellat, Fontvielle, 2016) :

Une proposition subordonnée complétive¹ : *J'ai la certitude qu'un jour tu y parviendras.*

La proposition complète directement le nom sans la présence d'une préposition. Le nom ainsi complété est en lien avec un verbe exprimant un sentiment, ou un verbe d'opinion ou de jugement (Narjoux, 2018, p. 636).

Un groupe infinitif : *Un appartement à louer.*

1. Dans la terminologie de 2020, cette subordonnée est nommée proposition *subordonnée conjonctive* quand elle est introduite par la conjonction de subordination *que*. Pour les caractéristiques de ce type de subordonnée qui peut avoir des fonctions diverses, se reporter au chapitre consacré aux phrases complexes.

Cas particulier de la proposition subordonnée relative

La proposition subordonnée relative peut avoir une double fonction : celle de complément de l'antécédent nominal ou d'épithète du nom et dans ce dernier cas, elle occupe la même place qu'un adjectif qui aurait la fonction épithète. Nous aborderons plus en détail le cas de la subordonnée relative dans le chapitre qui sera consacré aux phrases complexes.

1.2 L'interprétation du complément du nom

Dans la grammaire scolaire, les prépositions ou locutions prépositives « instaurent entre les éléments lexicaux qu'elles relient différents types de relations sémantiques [la possession, la matière, la qualité, l'origine ou la provenance, l'accompagnement, la destination...] » (Pellat, Fonvielle, 2016 p. 245).

Complément du nom et ajout

Dans le cadre du groupe prépositionnel, Abeillé et Godard (2021, p. 441) opèrent une distinction entre *compléments du nom* et *ajouts* :

Seul un complément du nom peut être obligatoire (*ce type de colle*) , les ajouts étant optionnels [...] Parmi les syntagmes en *de* (*le goût du poivron*) seuls les compléments [du nom] peuvent être repris par un déterminant possessif (*son goût*), par *en* (*j'en ai oublié le goût*), ou donner lieu à une relative en *dont* (*le poivron dont j'ai oublié le goût*) [...] le complément est sélectionné par le nom, qui fixe son interprétation, alors que les ajouts ont une interprétation (de temps, de lieu, de matière, etc.) fixée indépendamment de celle du nom.

Cette distinction peut être intéressante didactiquement car elle permet de développer les compétences langagières des élèves sur le plan syntaxique : les exercices de manipulation et de transformation de certains compléments du nom peuvent permettre de dépasser l'utilisation parfois simplificatrice de tests dont la portée n'est pas toujours comprise par les élèves. Les transformations de certains compléments du nom par la reprise d'un déterminant possessif, par *en* ou par *dont* comme indiqué précédemment peut favoriser la réflexion des élèves sur le sens des compléments du nom au-delà d'une catégorisation figée (matière, moyen, temps...). Lorsque ces transformations ne sont pas possibles parce que les compléments du nom peuvent être davantage considérés comme des ajouts (Abeillé et Godard, 2021), il pourrait être intéressant de le faire remarquer aux élèves qui développeraient ainsi une réflexion métalinguistique sur la langue.

Coup d'œil sur les manuels

Dans certains manuels scolaires ou cahiers d'activités, la catégorie grammaticale qui occupe la fonction complément du nom est appelée *groupe nominal* ou *groupe nominal prépositionnel* et non *groupe prépositionnel*, ce qui peut entraîner une certaine confusion chez les élèves.

Coup d'œil sur les manuels (suite)

Le complément du nom apparaît souvent en tête de chapitre et la leçon qui lui est consacrée ne fait pas toujours apparaître le terme *fonction*. Cette imprécision peut entraîner une confusion entre les fonctions grammaticales, qui bénéficieraient d'être explicitement nommées, et les classes grammaticales. Comme pour les autres fonctions, une telle présentation réduit le complément du nom à une étiquette qui pourrait l'assimiler à une catégorie grammaticale.

2 Transposition didactique : quels points de vigilance ?

2.1 Le groupe prépositionnel : similarité de construction entre le complément du nom et le complément circonstanciel

Un groupe prépositionnel bien que postposé au nom peut avoir la fonction complément circonstanciel. La pronominalisation du groupe nominal étendu permettra d'identifier le complément du nom car il sera associé au groupe nominal lors du test de manipulation syntaxique. Cet obstacle didactique pourra être placé dans une séance de langue dès la phase d'observation afin de développer un raisonnement adéquat chez l'élève.

Exemple

Chaque couple de danseurs [...] se mit à pirouetter, comme **une toupie d'Allemagne** (Théophile Gautier, *La Cafetière*, 1831) > Chaque couple de danseurs [...] se mit à pirouetter, comme **elle**.

2.2 Les compléments du nom peuvent se cumuler et s'imbriquer les uns dans les autres

Plusieurs groupes prépositionnels peuvent se succéder ce qui pourra rendre leur identification plus difficile :

À son pied, dans les lueurs naissantes de l'aurore, apparaissaient peu à peu les grandes taches blanches des maisons cuirassées de plâtre. (Guy de Maupassant, *L'Âne*, 1883)

2.3 La dimension sémantique de la fonction complément du nom

La fonction complément du nom, comme d'autres fonctions grammaticales, est définie sur une base sémantique qui peut faire écran à sa compréhension.

Les élèves pourraient considérer que l'adjectif a la fonction complément du nom puisqu'effectivement il complète un nom sémantiquement. À ce propos, la terminologie de 2015 regroupait sous une étiquette unique de *complément du nom* les diverses réalisations jusque-là appelées *expansions du nom* même si ces « compléments du nom » nouvellement nommés avaient des rôles sémantiquement différents (Pellat et al. 2017). Cette simplification a été ensuite abandonnée.

3 Les difficultés constatées chez les élèves

3.1 Confusion terminologique

Les élèves confondent fréquemment les catégories grammaticales et les fonctions grammaticales dans le cas des expansions du nom. Cette confusion est probablement renforcée par des appellations que l'on peut retrouver dans certains manuels :

- Titre du chapitre d'un manuel consacré à la fonction complément du nom : *Les expansions du nom : le complément du nom (Fleurs d'encre, 4^e, cycle 4, Hachette éducation, 2023, p. 298).*

La terminologie et les appellations utilisées par l'enseignant pourront contribuer à lever cette confusion. Nous pensons qu'il est toujours nécessaire afin de développer au mieux les connaissances procédurales des élèves, de nommer explicitement les fonctions grammaticales ainsi que les catégories grammaticales et les classes grammaticales.

3.2 Confusion entre déterminant et préposition

Lorsqu'un groupe nominal est précédé du déterminant « de », l'élève risque de l'identifier comme une préposition en raison de leur homophonie :

De grands platanes longeaient la route départementale.

3.3 Une identification difficile dans le cas d'imbrication

Plusieurs expansions du nom peuvent être imbriquées les unes dans les autres ce qui rendra leur identification difficile pour les élèves. Cette identification suppose une connaissance procédurale des groupes syntaxiques. Ces obstacles doivent être intégrés à la séance de langue pour exercer le raisonnement des élèves et développer des connaissances procédurales utiles pour l'étude des textes et les travaux d'écriture.

Manipulations syntaxiques

Ces tests gagnent à être enseignés explicitement afin de favoriser un raisonnement sur la langue et des capacités métacognitives :

- **Test 1 – Suppression** : les groupes prépositionnels qui occupent la fonction complément du nom sont considérés comme facultatifs. Cependant leur suppression peut entraîner une interprétation différente de la phrase.
- **Test 2 – Déplacement impossible** : le complément du nom ne peut être déplacé. Ce test sera opérant en cas de confusion possible avec un complément circonstanciel (complément de phrase) introduit par une préposition similaire.
- **Test 3 - Pronominalisation** : le complément du nom peut être pronominalisé par le pronom adverbial « en ». Dans ce cas, *en* remplace l'ensemble du groupe nominal. Le groupe nominal peut également être remplacé par les pronoms « le, la, l'.. » : *Il apprécie [le vin de Sancerre]. Il l'apprécie < de Sancerre : complément du nom « vin » Il a acheté du vin à Sancerre. Il en a acheté à Sancerre < à Sancerre : complément circonstanciel de lieu.*

4 Les enjeux didactiques et la place du complément du nom au cycle 4

Comme l'ensemble des notions du programme, la fonction complément du nom est étudiée dans une progression spiralaire en lien avec l'étude du groupe nominal. Les connaissances et compétences au cycle 4 développent les acquis du cycle 3 avec un travail sur des structures plus complexes présentant des compléments du nom isolés ou imbriqués les uns dans les autres.

Pour les attendus de fin d'année du CP à la 3^e, consulter : <https://eduscol.education.fr/137/reperes-annuels-de-progression-et-attendus-de-fin-d-annee-du-cp-la-3e>.

LES PROGRAMMES DU CYCLE 4

Compétence : analyser le fonctionnement de la phrase simple et de la phrase complexe

En 5^e, l'élève identifie la fonction complément du nom en la distinguant de la fonction épithète. Ces fonctions ont déjà été abordées au cycle 3.

En 4^e, la fonction complément du nom est également travaillée lors de l'étude de la fonction apposition afin que l'élève distingue cette fonction de celles de l'épithète et du complément du nom.

Compétences langagières : dire, lire et écrire

Compétence : enrichir et structurer le lexique

Les exercices de manipulation ou d'enrichissement de phrases comportant des groupes nominaux minimaux et étendus développent les compétences d'écriture des élèves : diverses activités permettront d'enrichir la syntaxe des élèves ainsi que leur vocabulaire. Ces exercices de transfert précieux garantissent le développement des connaissances procédurales.

Les compétences d'écritures pourront être travaillées dans le cadre de différents types de rédactions (se reporter aux exemples de rédactions présentés dans le chapitre 3).

La fonction complément du nom sera également étudiée en contexte lors de l'analyse des textes, en amont et en aval de la séance de langue, notamment pour étudier les choix lexicaux ou grammaticaux.

D'après les attendus figurant dans les programmes (savoir-faire et exemples de réussite)

En fin d'année de 4^e, il est attendu que l'élève élargisse ses connaissances des fonctions grammaticales et parvienne à distinguer la fonction complément du nom de celle de l'épithète et de l'apposition.

Dans le cas de l'écriture d'un portrait, il est attendu que l'élève utilise de nombreux groupes nominaux étendus.

5 Le travail didactique du professeur

5.1 Préparer les étapes de la séance

Consulter les repères de progression et les attendus de fin d'année (éduscol).

Anticiper la prise en charge des élèves à besoins éducatifs particuliers¹ au sein de la classe : s'appuyer sur les ressources mises à disposition sur éduscol.

Déterminer les objectifs d'apprentissage (un majeur et éventuellement un autre, secondaire) en fonction d'un diagnostic réalisé préalablement : écrits d'élèves fautifs ou présentant des groupes nominaux peu enrichis.

Préparer les différentes étapes de la séance de langue :

- **Phase d'observation** : choisir le support d'observation adéquat pour favoriser la réflexivité des élèves. Ce support peut être conçu à partir : des ressources d'un manuel, des textes de la séquence en cours ou d'écrits d'élèves réadaptés : phrases d'élèves présentant des groupes nominaux minimaux.
- **Phase de structuration et de conceptualisation** : définition du complément du nom et de ses principales caractéristiques (en fonction du niveau de classe). Enseignement explicite des manipulations syntaxiques : tests de suppression, déplacement et pronominalisation du complément du nom.
- **Phase d'exercisation** : sélectionner voire réadapter certaines activités présentes dans les manuels ou les cahiers d'exercices afin de solliciter au mieux la

1. Élèves Dys, TDAH, haut potentiel (HPI), troubles du spectre autistique EANA (élèves allophones).

réflexivité des élèves : les connaissances procédurales relatives à l'identification d'un groupe nominal étendu pourraient être mobilisées ainsi que la réflexion sur l'identification du nom noyau avant d'identifier le groupe prépositionnel complément du nom.

- Varier la typologie des exercices en soignant la progressivité des apprentissages (manipulation, production, identification). Prévoir des modalités d'activités qui favorisent les échanges entre pairs afin de développer le raisonnement linguistique sur les compléments du nom et l'identification des groupes syntaxiques. Placer des obstacles didactiques (voir la rubrique : La transposition didactique : quels points de vigilance?). Le degré de difficulté de l'exercice peut nécessiter d'autres modalités d'activités : en binôme ou en petit groupe afin de s'appuyer sur les ressources des interactions et le raisonnement de chacun.
- **Accompagnement du transfert** (vers les compétences langagières) : réécriture et enrichissement d'un écrit d'élève, description guidée, amélioration d'un écrit d'élève présentant des groupes nominaux minimaux ou insuffisamment enrichis, analyse des effets de sens liés au choix des compléments du nom dans un texte.

5.2 Établir des liens entre l'étude de la langue, la lecture et l'écriture

Suivant l'entrée thématique et la problématique retenue, l'étude de la fonction complément du nom pourrait être recontextualisée :

- À l'occasion de l'étude d'un texte afin d'enrichir l'analyse d'un passage et de comprendre les effets produits : dans le cadre d'une description ou d'un portrait.
- Lors de phrases dictées (une fois par semaine par exemple) en demandant à l'élève de faire apparaître les traces de son raisonnement : encadrement du groupe nominal étendu et identification du groupe prépositionnel qui occupe la fonction complément du nom. Cette identification pourrait être couplée avec l'identification de l'épithète.

5.3 Intégrer la séance de langue dans le cycle de l'évaluation

(cf. chapitre 2 *Optimiser l'enseignement-apprentissage des notions grammaticales*)

- Lors de l'évaluation diagnostique : en début de séquence ou juste avant la séance de langue.
- Au moment de la construction des apprentissages : en évaluation formative en veillant à décontextualiser et recontextualiser la fonction complément du nom en lien avec le groupe nominal étendu.
- Lors des phases d'auto-évaluation pour développer la métacognition et renforcer le sentiment d'auto-efficacité des élèves.

- Lors des évaluations finales, il sera nécessaire d'évaluer les connaissances déclaratives et procédurales liées à la fonction complément du nom :
- **Les connaissances déclaratives** sur le complément du nom.
- **Les connaissances procédurales** :
 - Capacité à identifier la fonction complément du nom dans un texte en utilisant ses connaissances. Lever les confusions possibles pour anticiper les difficultés des élèves.
 - Analyse des effets de sens liés à l'emploi des compléments du nom dans un texte littéraire.
 - Être capable de réviser son texte en améliorant la syntaxe afin de donner plus d'épaisseurs aux écrits dans le cadre de descriptions insérées dans le fil de la narration.

Piste d'activité sur le complément du nom

Niveau de classe : 5^e

Piste d'activité en début de séance

Le corpus d'observation

Le support d'observation serait constitué dans un premier temps d'un court paragraphe présentant des épithètes et des compléments du nom en caractères gras.

Constitution du corpus : quelle cohérence didactique rechercher ?

Il serait intéressant de proposer en complément de quelques phrases constituées d'un seul complément du nom :

- deux phrases présentant des expansions du nom imbriquées : plusieurs épithètes ou plusieurs compléments du nom ;
- deux phrases présentant un groupe prépositionnel ayant la fonction complément d'objet indirect ou complément circonstanciel de lieu ou de temps.

Les obstacles didactiques présents dès la phase d'observation conduiront l'élève à raisonner davantage sur la notion de groupe nominal étendu. Les phrases présentant des compléments du verbe ou des compléments circonstanciels permettent de lever la confusion entre compléments de verbe (COI), complément de phrase (compléments circonstanciels dans la terminologie éducol de 2020) et compléments du nom.

Ce corpus nécessitera les préacquis suivants :

- la reconnaissance de l'épithète ;
- la délimitation du groupe nominal étendu et l'identification de son nom noyaux ;
- l'identification des fonctions COI et complément circonstanciel.

Nature de la consigne

Il peut être demandé aux élèves de :

Classer les éléments figurant en caractères gras et de repérer le nom auquel il se rapporte. Repérer le groupe nominal dans lesquels figurent ces éléments en caractères gras.

Modalités : Individuellement puis en binôme.

L'appellation *complément du nom* ne viendrait qu'après l'étape d'observation et de classification, c'est-à-dire au moment de la conceptualisation de la fonction grammaticale repérée.