

Louvain School of Management

**Outils « low-code » et « no-code »,
risques et opportunités pour les PME en
Europe.**

Auteur : Gauthier BRANCART
Promoteur : Paul BELLEFLAMME
Année académique 2021-2022.

Résumé :

L'économie Européenne fait face à une série de défis globaux. Celle-ci, par ailleurs, ambitionne de retrouver sa souveraineté économique et de se positionner à la pointe des avancées technologiques. Pour ce faire, elle table sur le dynamisme des PME et met en place une stratégie ambitieuse pour compenser les faiblesses de ces dernières. L'accès au monde numérique en fait partie. En parallèle à ces démarches à long terme, cette thèse a pour objectif de déterminer si les outils informatiques low-code et no-code sont une solution, dans ce cas à court terme, pour améliorer la compétitivité des PME. L'analyse comporte trois étapes. La première est un diagnostic des points vulnérables des PME. La seconde examine les apports potentiels des outils low-code et no-code dans la rentabilité d'une entreprise et en particulier dans le cadre des PME. Une troisième partie consiste à analyser trois expériences d'implémentation de ces outils, au sein de petites structures (indépendants et PME). La conclusion contient les leçons tirées de ces expériences afin de confirmer ou d'infirmer les informations théoriques énoncées dans la deuxième partie.

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN
Louvain School of Management

Place des Doyens, 1 bte L2.01.01, 1348 Louvain-la-Neuve
Boulevard Emile Devreux 6, 6000 Charleroi, Belgique
Chaussée de Binche 151, 7000 Mons, Belgique

www.uclouvain.be/lsm

L'auteur tient à remercier le professeur Paul Belleflamme pour son aide dans le cadre de ce mémoire. De plus, sa réalisation n'aurait pas été possible sans le soutien de certaines personnes, actifs dans divers domaines, tels que le développement informatique, l'automobile, la finance et l'entrepreneuriat. L'auteur tient à remercier les personnes suivantes en particulier :

- Jean-Louis Brancart, ancien Chief Marketing Officer, D'Ieteren
- Thibaut Cardinael, ancien CRM et digital program manager, D'Ieteren
- Nicolas Dessambre, Cofondateur, Get Your Way
- Edwin Hermans, Chief Technology Officer, Lab Box
- Michael Kosorukov, Growth Manager, Jetadmin
- Franck-Victor Laurant, Cofondateur, Wequity
- Nikita Servais, Développeur informatique, Lab Box
- Xavier de Walque, Chief Financial Officer, Cobepa
- James de Wasseige, Founding Growth, Cycle

L'auteur peut être contacté à gauthier.brancart@gmail.com

Table des matières

<i>Introduction</i>	<i>1</i>
<i>Chapitre 1 : Économie Européenne : importance croissante des petites et moyennes entreprises</i>	<i>2</i>
1.1 PME, un modèle d'entreprise en expansion	2
1.2 Points forts des PME	3
1.3 Points faibles des PME	5
1.4 La digitalisation : condition de réussite des PME	7
1.4.1 L'automatisation des processus de gestion et de production	7
1.4.2 Les nouvelles habitudes des consommateurs	7
1.4.3 L'augmentation du nombre de données disponibles	8
1.5 Le choix du « make or buy », un dilemme global	9
1.5.1 L'externalisation de l'infrastructure informatique.....	10
<i>Chapitre 2 : Aperçu de l'évolution de l'informatique : vers les solutions LCNC</i>	<i>11</i>
2.1 La tendance à simplifier le développement	11
2.2 Les limites de l'essor de l'informatique	12
2.3 Les prémices du LCNC	13
2.4 Définition du LCNC	15
2.4.1 L'interface graphique, ancêtre du LCNC	15
2.4.2 L'apparition du LCNC dans le vocabulaire.....	15
2.5 L'essor du cloud computing à l'origine d'un nouveau modèle économique LCNC	17
2.6 Les avantages du LCNC	19
2.6.1 L'accessibilité	19
2.6.2 La rapidité de développement.....	20
2.6.3 Le partage de données et l'interconnectivité au sein des entreprises	21
2.6.4 La scalabilité	21
2.7 Les limites du LCNC	22
2.7.1 Le faible contrôle et la sécurité.....	22
2.7.2 La vulnérabilité du produit	23
2.7.3 La liberté de développement.....	23
2.7.4 Le risque de devoir faire appel à des développeurs hybrides	24
2.8 Le LCNC un atout pour l'entreprenariat	24
2.9 Perspectives du marché global du LCNC	25
2.9.1 Un marché en pleine croissance.....	25
2.9.2 Les secteurs utilisateurs du LCNC	27
2.9.3 Les principaux acteurs LCNC	28
<i>Chapitre 3 : Analyse comparative de l'efficacité des outils LCNC sur le terrain</i>	<i>31</i>
3.1 Méthodologie	31
3.1.1 Description de l'entreprise spécialisée en informatique	32
3.1.2 Description de l'étudiant développeur LCNC	32
3.1.3 Remarques sur la méthodologie.....	33
3.2 Développement en NC d'une plateforme de partage de gestes écoresponsables : Minis	34
3.2.1 Description du projet	34
3.2.2 Déroulement de l'expérience.....	35
3.2.3 Comparaison programmation no-code / programmation par codage	38
3.2.4 Observations	39
3.3 Développement en NC d'une plateforme de rencontre pour étudiants : Friendle	40

3.3.1	Description du projet	40
3.3.2	Déroulement de l'expérience	41
3.3.3	Comparaison programmation no-code / programmation par codage	43
3.3.4	Observations	45
3.4	Développement en LC d'un logiciel de déploiement de flotte automobile d'entreprise	45
3.4.1	Description du projet	45
3.4.2	Déroulement de l'expérience	46
3.4.3	Comparaison programmation low-code / programmation par codage	50
3.4.4	Observations	51
3.5	Minis, Friendle, Mobvious : analyse globale	52
3.5.1	La technologie LCNC est-elle une alternative efficace par rapport à une solution codée par des développeurs professionnels en termes de temps de développement ?	52
3.5.2	La technologie LCNC est-elle une alternative efficace par rapport à une solution codée par des développeurs professionnels en termes de coûts ?	55
3.5.3	Potentiels d'amélioration des outils LCNC	57
3.5.3.1	Pauvreté de la documentation ou des informations disponibles	57
3.5.3.2	Difficulté à estimer le temps nécessaire à la réalisation du projet	57
3.5.3.3	Présence de dysfonctionnements dans certains outils LCNC	58
3.5.3.4	Impact de l'outil sur le cahier des charges et le client	58
	Chapitre 4 : Conclusions	60
	Bibliographie	62
	Annexes	68

Table des figures

Figure 1. critères des PME selon l'Union Européenne	3
Figure 2. nombre d'entreprises, personnes employées et chiffre d'affaire des PME parmi des pays d'Europe (Eurostat).....	4
Figure 3. la digitalisation et le développement technologique, des enjeux cruciaux pour la compétitivité globale des entreprises européennes (smeunited.eu)	5
Figure 4. les principaux obstacles rencontrés par les PME lorsqu'elles opèrent sur le marché unique (Enquête auprès des entreprises - Eurochambres 2019).....	6
Figure 5. adoption des technologies numériques, UE (% entreprises).....	6
Figure 6. compte rendu des bénéfices de la digitalisation digital (Super Office)	7
Figure 7. volume de données/informations créé, collecté, copié et consommé dans le monde de 2010 à 2025 (Statista).....	8
Figure 8. illustrations explicatives des niveaux d'abstraction (scriptol.fr, openclassrooms.com)	12
Figure 9. exemple d'un flux de travail d'abonnement à une newsletter	14
Figure 10. le WIMP sur le premier Macintosh sorti en 1984 (à gauche) et sur le Xerox Alto sorti en 1973 (à droite)	15
Figure 11. évolution du nombre de recherches sur Google des mots « no-code » et « low-code » (medium.com)	16
Figure 12. exemple d'interface d'outil low-code (N8N).....	16
Figure 13. logos respectifs de Shopify, Wix et WordPress.....	17
Figure 14. représentation visuelle du cloud computing et de ses différentes déclinaisons (Saas, Paas, Iaas).....	18
Figure 15. relation entre le niveau d'abstraction et la vitesse de développement (BettyBlocks)	20
Figure 16. la scalabilité : la performance reste constante malgré la variation de la demande .	21
Figure 17. taille estimée du marché LCNC (milliards de dollars Américains).....	26
Figure 18. liste d'outils LCNC, en fonction de leurs financements, datant de janvier 2022 (medium.com)	27
Figure 19. parts de marché du LCNC par secteur (kbvresearch.com)	27
Figure 20. les 4 segments du marché du LCNC (Chris Yin/Scale Venture Partners).....	28
Figure 21. le « quadrant magique » de l'entreprise Gartner.....	30
Figure 22. logo de l'entreprise « Quillok ».....	32
Figure 23. logo du projet Minis.....	35
Figure 24. le logo « Adalo ».....	35
Figure 25. aperçu des wireframes (sur l'outil NC Adalo) de l'application mobile Minis	36
Figure 26. présentation de l'application mobile "Minis"	37
Figure 27. bilan des heures de travail estimées et nécessaires au développement du projet Minis par des professionnels et par un étudiant	38
Figure 28. temps de développement de Minis en no-code et en programmation classique	39
Figure 29. logo de l'application mobile Friendle	41
Figure 30. logo de Wequity	41
Figure 31. aperçu des wireframes (sur l'outil NC Adalo) de l'application mobile Friendle ...	42
Figure 32. bannière de présentation Friendle	43
Figure 33. bilan des heures de travail estimées et nécessaires au développement du projet Friendle par des professionnels et par un étudiant	44
Figure 34. temps de développement de Friendle en no-code et en programmation classique .	44
Figure 35. le logo de Lab Box SA (à gauche), la bannière de présentation du site web de Mobvious (à droite).....	46

Figure 36. le logo « Retool ».....	46
Figure 37. aperçu du développement de Mobvious dispatch (sur l’outil LC Retool).....	48
Figure 38. différence entre le temps octroyé à l’essai de divers outils et le temps octroyé au développement du projet	48
Figure 39. aperçu de la méta-base de données (sur l’outil NC Airtable)	49
Figure 40. logiciel de déploiement de flotte automobile Mobvious	50
Figure 41. bilan des heures de travail estimées et nécessaire au développement du projet Mobvious par des professionnels et par un étudiant	50
Figure 42. temps de développement de Mobvious dispatch en low-code et en programmation classique	51
Figure 43. évolution du ratio de comparaison.....	53
Figure 44. évolution des ratios, sans prise en compte du temps de recherche d’un outil LC pour le projet Mobvious	54
Figure 45. comparaison des salaires annuels en Belgique (payscale.com).....	55
Figure 46. pricing de l’outil NC Adalo	56
Figure 47. pricing de l’outil LC Retool.....	56
Figure 48. entreprises clientes de la solution LCNC Retool (Retool.com).....	61

Glossaire

API	Application Programming Interface
BFSI	Banking, Financial Services and Insurance
BYOD	Bring Your Own Device
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CASE	Computer Aided Software Engineering
CRM	Customer Relationship Management
DAST	Dynamic Application Security Testing
DDoS	Distributed Denial of Service
ESG	Environment, Social and Gouvernance
GAFAM	Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft
GUI	Graphical User Interface
IaaS	Infrastructure as a Service
IT	Information Technology
LC	Low-code
LCNC	Low-code and no-code
MVP	Minimum Viable Product
NASSCOM	National Association of Software and Service
NC	No-code
PaaS	Platform as a Service
PME	Petite et Moyenne Entreprise
ROI	Return On Investment
R&D	Recherche et Développement
RAD	Rapid Application Development
SaaS	Software as a Service
SBIM	Software Bill of Material
SAST	Static Application Security Testing
SLA	Service-Level Agreement
VC	Venture Capital
WIMP	Windows, Icons, Menus and Pointers
4GL	Fourth-Generation Language

Introduction

Les événements récents tels que la Covid-19 ou la guerre en Ukraine ont fait apparaître les limites de la globalisation. A cela s'ajoutent les grandes tendances sociétales telles que l'écologie et le retour en grâce de l'économie de proximité, les aspirations à un meilleur équilibre vie privée - vie professionnelle, en d'autres mots, des courants de pensée qui interrogent notre fonctionnement économique en Europe. Celle-ci, par ailleurs, ambitionne de retrouver son indépendance économique et de se positionner à la pointe des avancées technologiques.

Pour répondre à tous ces défis, elle a mis en place une stratégie ambitieuse axée sur les PME, qu'elle considère comme les vecteurs du succès de demain. Dans ce cadre, ces petites et moyennes entreprises, qui ont leurs forces mais aussi leurs faiblesses, pourront compter sur un panier impressionnant de mesures de la part de l'Union Européenne. Aborder ces mesures n'est pas le sujet de ce travail. Par contre il est important de poser un diagnostic, comme l'a fait l'Union Européenne, sur les points vulnérables des PME. C'est le sujet de la première partie de cette thèse.

Dans une deuxième partie, nous nous proposons d'analyser la nouvelle tendance informatique low-code et no-code. Il s'agit d'outils sous forme d'interfaces visuels, destinés à remplacer la programmation classique en langage codé. Ces interfaces peuvent intégrer un certain nombre de démarches qui combinées permettent de résoudre une certaine problématique. Il s'agit donc d'un véritable d'outil informatique avec peu (low-code) ou pas (no-code) de lignes de codes à réaliser. Opportunités et risques, il s'agira de définir en quoi ce type de produit peut aider à la pérennité des PME et contribuer à l'objectif Européen.

Une troisième partie est consacrée à décrire trois expériences dans le cadre de l'implémentation d'outils low-code et no-code au profit de petites structures (indépendants et PME). L'objectif des leçons tirées de ces expériences vise à confirmer ou à infirmer les informations théoriques énoncées dans la deuxième partie. Mais surtout, elles serviront à déterminer si ces outils LCNC (low-code et no-code) sont une opportunité pour la compétitivité des PME. Ce sera l'objet de notre conclusion.

Chapitre 1 : Économie Européenne : importance croissante des petites et moyennes entreprises

1.1 PME, un modèle d'entreprise en expansion

L'intérêt pour les PME est relativement récent. Après la Seconde Guerre mondiale, l'attention était surtout centrée sur les grandes entreprises. Entre les années 1950 et 1990 le capital et la main d'œuvre étaient considérés comme les facteurs principaux influençant la croissance économique. Dès les années 1990, le facteur « connaissance » prend progressivement le dessus sur les facteurs main d'œuvre et capital. Raison pour laquelle les décideurs publics décident de porter toute leur attention sur le potentiel de ce moteur de croissance (Audretsch, 2006).

Pourtant, à cette époque, aucun lien n'a pu être établi entre investissement en création de connaissances, principalement mesuré en investissement en R&D (Recherche et développement) par les acteurs publics et privés, et l'augmentation du taux d'emploi et la croissance économique. Ce point d'interrogation, caractérisant les questionnements économiques des années 1980 et 1990, est appelé "le Paradoxe Européen" (Romer, 1986 ; Lucas, 1988).

Une influence significative a ensuite été observée entre la création de connaissances en combinaison avec «le débordement». Le débordement désigne la création de nouvelles opportunités, dans divers secteurs, par le partage de nouvelles connaissances entre les acteurs économiques de ces secteurs.

Ce mécanisme de partage de connaissances profite aussi aux petites entreprises, ce qui leur permettra un dynamisme dans l'innovation. En conséquence, leur faculté à commercialiser des technologies, développées avec les nouvelles connaissances, augmente leurs poids dans le calcul de la croissance économique.

En 2020, pour l'Europe seulement, elles étaient au nombre de 25 millions et employaient plus de 100 millions de personnes. Ainsi, elles étaient responsables de la moitié du PIB de l'Union Européenne.

Pour l'Union Européenne, les critères pour être reconnu comme PME sont repris dans le tableau suivant :

Thresholds (Article 2)			
Enterprise category	Headcount: annual work unit (AWU)	Annual turnover	Annual balance sheet total
Medium-sized	< 250	≤ EUR 50 million	≤ EUR 43 million
Small	< 50	≤ EUR 10 million	≤ EUR 10 million
Micro	< 10	≤ EUR 2 million	≤ EUR 2 million

Figure 1. critères des PME selon l'Union Européenne

S'ajoute à ces critères une condition importante d'indépendance par rapport à une entreprise plus importante, susceptible de lui fournir des ressources supplémentaires. En dehors de l'aspect participation, il faut aussi examiner le critère du contrôle, que celui-ci soit légal ou de facto, pour déterminer sa réelle indépendance. En raison de la complexité des situations pouvant exister, l'Union Européenne a publié un manuel explicatif pour aider les entreprises à déterminer si elles appartiennent à la catégorie des PME.

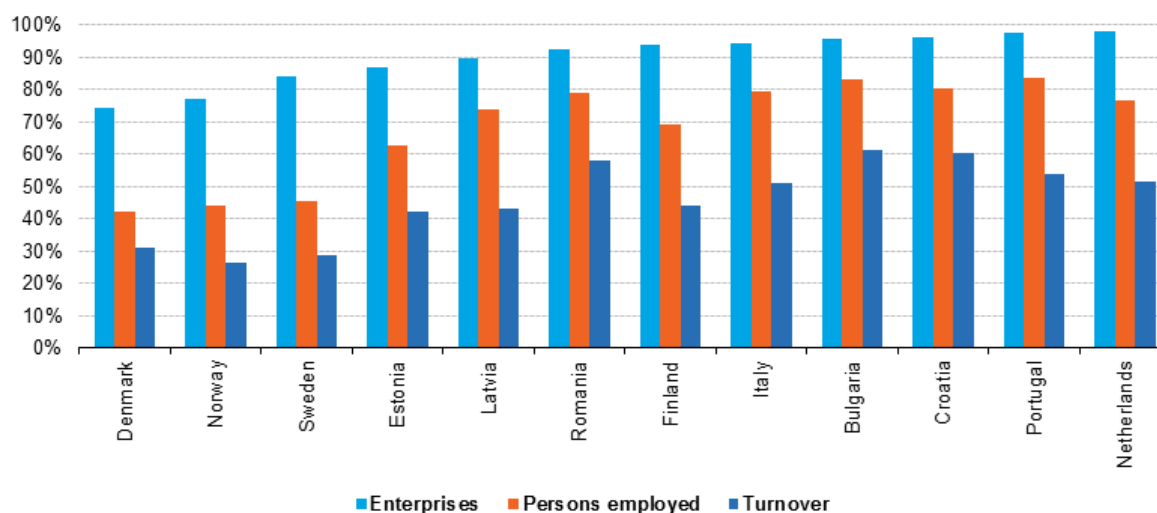
1.2 Points forts des PME

On attribue aux PME des vertus contribuant à résoudre certains problèmes globaux de notre société.

Par exemple, l'emploi. En 2015, les petites et moyennes entreprises offraient environ deux tiers des emplois en Europe, contre un tiers pour les grandes entreprises. Cette proportion est

corroborée par la statistique de l'emploi en Allemagne où les PME sont à l'origine de 60% des emplois en 2022 (Ministère Fédéral de l'Économie et de la Protection du Climat, 2022).

Number of enterprises, persons employed and turnover, independent enterprises share of all enterprises with fewer than 250 persons employed



Countries participating in the 2016 Microdata linking project.



Figure 2. nombre d'entreprises, personnes employées et chiffre d'affaire des PME parmi des pays d'Europe (Eurostat)

Elles sont un vecteur important de formation. En offrant des opportunités de formation aux citoyens des milieux ruraux et urbains sur l'ensemble du territoire européen, les PME ont un impact sociétal non-négligeable. Pour en comprendre l'ampleur reprenons l'exemple allemand. Les PME en Allemagne offrent 82% des places de formation du pays (Ministère Fédéral de l'Économie et de la Protection du Climat, 2022).

Si les deux paragraphes précédents en font un facteur de cohésion sociale, les PME peuvent aussi agir comme régulateur économique. Tout d'abord en contrebalançant les risques oligopolistiques ou monopolistiques, mais aussi en offrant une meilleure résilience aux crises (i.e. conflits, épidémies,...). Aujourd'hui l'Europe les considère comme les garantes de sa compétitivité et souveraineté économique.

Toujours du point de vue Européen, les PME sont au centre de sa stratégie du développement durable. Elles doivent participer de manière décisive à la position de leader de l'Europe en

matière de technologies environnementales. Environ un quart de celles-ci proposent déjà des services ou produits à caractère durable (au sens environnemental).

Les PME doivent également jouer un rôle important dans la transition numérique de l'Europe. La numérisation de ces entreprises en augmente l'efficacité des processus et la capacité à innover (Commission Européenne, 2020). L'Europe parie sur leur perméabilité aux nouvelles technologies numériques et sur leur agilité pour améliorer le niveau de compétitivité globale des entreprises européennes.

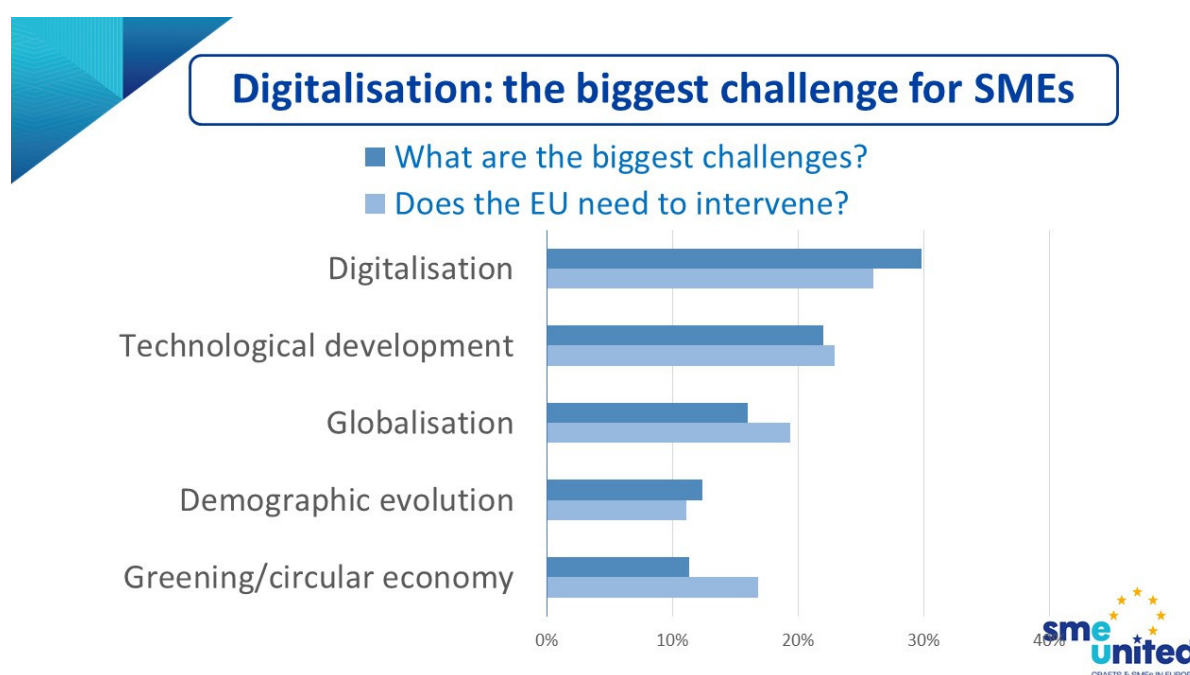


Figure 3. la digitalisation et le développement technologique, des enjeux cruciaux pour la compétitivité globale des entreprises européennes (smeunited.eu)

1.3 Points faibles des PME

Comparées aux grandes entreprises, les PME présentent certaines faiblesses, liées à la taille restreinte des structures. Outre la difficulté d'accès au capital, que nous ne traiterons pas ici, il y a la problématique du personnel. Leur structure «lean» est confrontée, de surcroît, à un accès difficile à une main d'œuvre qualifiée, pour qui les conditions et les formations des grandes entreprises sont plus attractives. C'est l'obstacle le plus important pour un quart des PME en Europe.

En découle un grand nombre de conséquences, telles que la difficulté à se soumettre aux formalités juridiques et administratives complexes ou, pour certaines, à se conformer aux principes de durabilité dans leurs processus de production. Sans oublier la difficulté à protéger la propriété intellectuelle développée par leur R&D (Recherche et Développement).

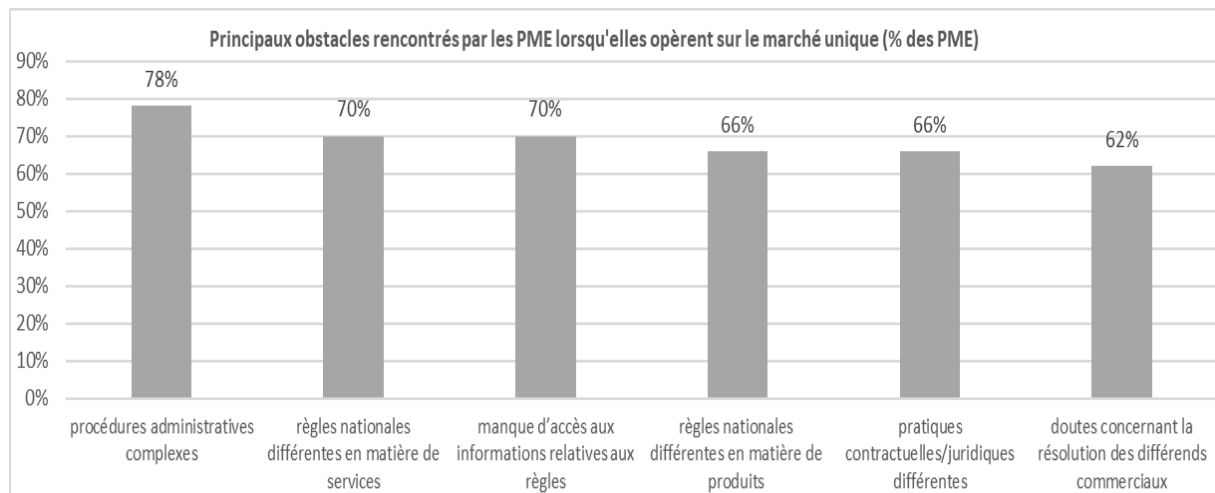


Figure 4. les principaux obstacles rencontrés par les PME lorsqu'elles opèrent sur le marché unique (Enquête auprès des entreprises - Eurochambres 2019)

Dans ce contexte, et sachant que de surcroît « 35% de la population active possède des connaissances numériques dites faibles ou inexistantes » (Commission Européenne, 2020), l'accès au numérique des PME s'avère problématique. Pour preuve, la proportion de PME ayant incorporé les technologies numériques au sein de l'entreprise est de 17%. Cette même proportion atteint 54% dans les grandes entreprises.

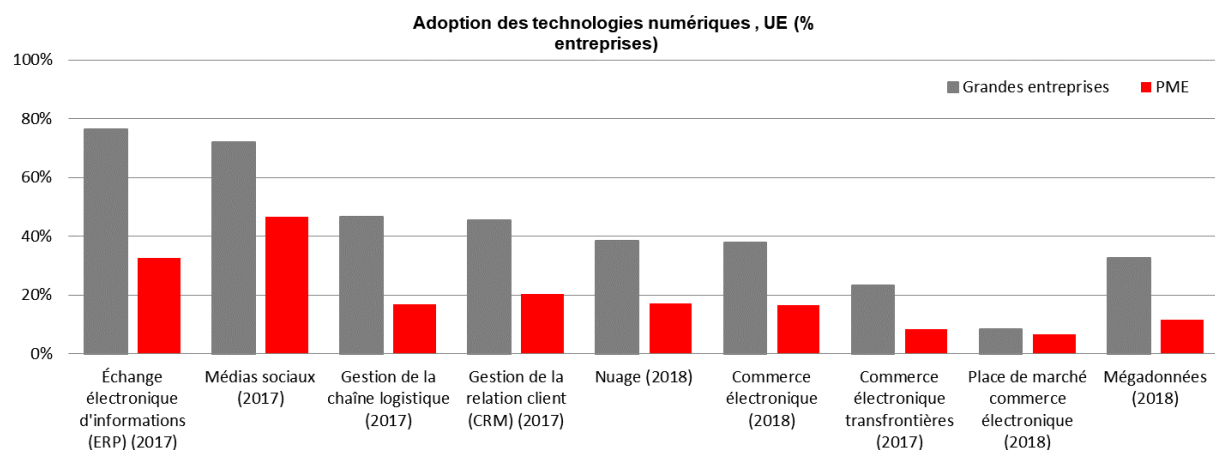


Figure 5. adoption des technologies numériques, UE (% entreprises)

(Eurostat/DESI)

1.4 La digitalisation : condition de réussite des PME

Pourtant, malgré le constat qui précède, la transformation digitale est considérée comme un facteur clef de la réussite des entreprises (Ismail et al., 2017).

TOP BENEFITS OF ADOPTING A DIGITAL MODEL

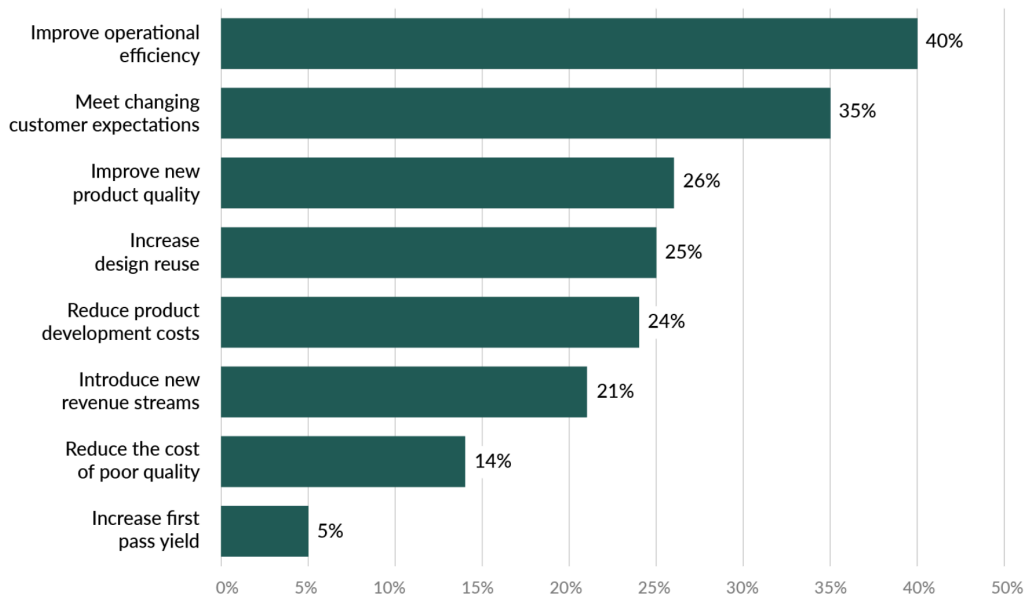


Figure 6. compte rendu des bénéfices de la digitalisation digital (Super Office)

1.4.1 L'automatisation des processus de gestion et de production

L'automatisation a pour objectif de minimiser le nombre de manipulations humaines. Elle permet un gain considérable en efficacité, une minimisation des erreurs humaines ainsi qu'un meilleur suivi des activités. Pour ainsi dire, toutes les tâches d'une entreprise sont impactées par l'automatisation (facturation, marketing, commandes, ...). En toute logique, cela nécessite un support et une approche informatique.

1.4.2 Les nouvelles habitudes des consommateurs

Il est nécessaire de s'adapter aux tendances technologiques, sous peine de voir le départ de la clientèle vers la concurrence. Ce phénomène, que Tom Goodwin a appelé le "darwinisme

digital", stipule que seules les entreprises qui s'adaptent aux préférences des consommateurs survivent. Celui-ci prend place quand la *“technologie et les habitudes des consommateurs évoluent plus vite que la capacité à s'adapter de certaines entreprises”* (Solis, 2011).

Ainsi, les consommateurs d'aujourd'hui n'ont jamais été autant connectés et le nombre d'utilisateurs mobiles n'a jamais été aussi important. Quelques chiffres pour mieux comprendre l'ampleur de l'évolution du digital :

- le nombre moyen d'appareils connectés par consommateur est de 3,64 (Narula, 2019).
- les consommateurs sont connectés 6,58 heures par jour en moyenne (Kemp, 2022).
- le nombre d'utilisateurs d'Internet atteint les 5,03 milliards (Datareportal, 2022)
- 53,5% du temps passé sur Internet, par la population en âge de travailler, se déroule sur un appareil mobile (Kemp, 2022).

Ces données nous illustrent l'importance de la présence en ligne pour les entreprises.

1.4.3 L'augmentation du nombre de données disponibles

En lien avec les deux facteurs précédents, la troisième tendance poussant les entreprises à se digitaliser est la croissance exponentielle du nombre de données existantes.

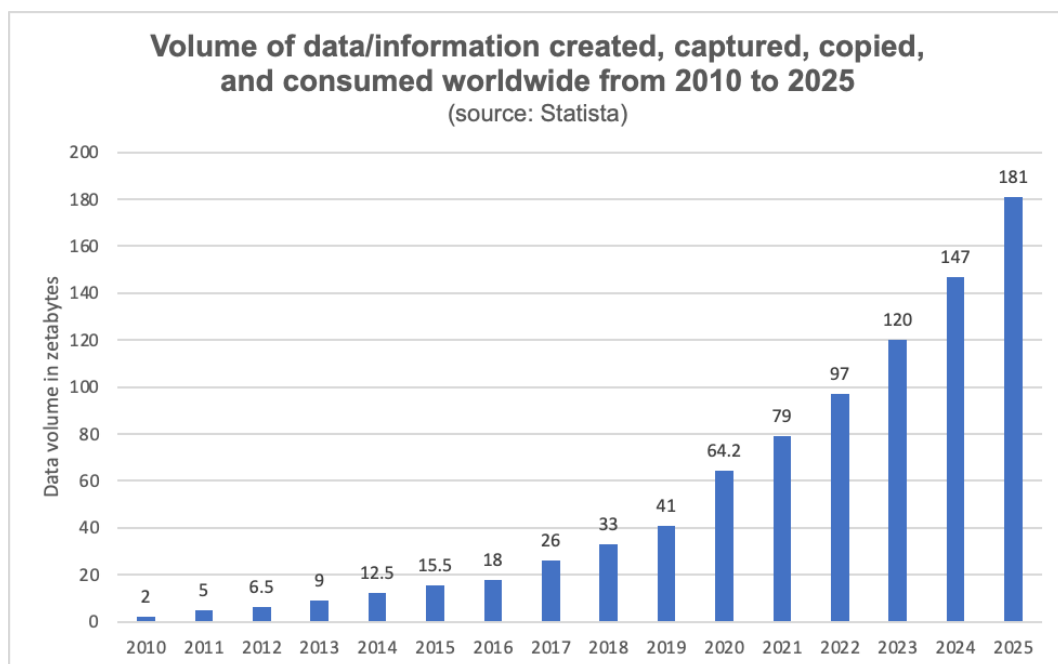


Figure 7. volume de données/informations créé, collecté, copié et consommé dans le monde de 2010 à 2025 (Statista)

Ces données peuvent être de nature diverse (i.e. démographiques, transactionnelles, attitudinales, provenant de sources internes ainsi qu'externes). L'exploitation de ces dernières permet d'obtenir un avantage concurrentiel pour plusieurs raisons :

- meilleure compréhension des préférences des clients, afin de fournir une expérience personnalisée. Ainsi, Walmart analyse les habitudes de consommation des clients afin de prédire les tendances de consommation.
- amélioration du produit ou du service
- amélioration de la gestion interne (suivi personnel, ...)

En conclusion de ce chapitre premier, ce constat d'un accès au numérique problématique pour les PME alors que leur survie en dépend, l'Union Européenne l'a fait aussi. D'où les mesures proposées et mises en place pour en corriger les effets. En parallèle à ces programmes ambitieux et à long terme, nous nous proposons d'examiner si une solution immédiate, ne se trouve pas dans l'externalisation du domaine informatique, afin de combler leur déficit numérique.

1.5 Le choix du « make or buy », un dilemme global

Les outils LCNC représentent un moyen pour les PME d'externaliser leur département informatique, afin de se concentrer sur leur cœur de métier. Ce choix s'apparente à une questions de portée plus globale, communément appelée « make or buy decision ». Il s'agit d'une analyse coûts-bénéfices qui doit déterminer si il est plus avantageux d'effectuer une activité en interne ou de la sous-traiter à une entreprise externe (Anderson et Weitz, 1980). Cette décision stratégique, peut être motivée par des raisons diverses dont l'objectif est d'obtenir un avantage compétitif (Serrano et al., 2018) :

- réduire les coûts internes (Moschuris, 2007)
- augmenter la qualité de l'activité externalisée
- accéder plus facilement à de nouvelles solutions technologiques
- éliminer les charges liées à des processus chers et chronophages (PWC, 2011)
- bénéficier d'une expertise externe
- réduire le personnel et les frais de formation
- améliorer la résilience face à l'adversité économique, en transformant les coûts fixes en coûts variables (BCG, 2015)

L'entreprise tierce qui se voit confier une activité, est généralement reconnue et sélectionnée pour son haut degré de spécialisation dans la mission externalisée. Ayant investi en compétences et technologies dans son domaine, elle s'avère plus performante que ses entreprises clientes.

En revanche, l'externalisation d'une activité est accompagnée de certains risques (McIvor, 2009):

- dépendance à cette entreprise tierce au niveau du pricing, de la disponibilité aux clients, de l'éthique, de sa pérennité, ... (Ford et al., 1993).
- manque de contrôle par rapport à la solution externalisée en termes de qualité et de mise à jour.
- détérioration de la relation entre partenaires (Azadegan et al., 2008).

Dans ce contexte l'analyse du fournisseur est primordiale pour le bon déroulement du processus d'externalisation (PWC,2011).

En règle générale, plus les domaines sont spécialisés et techniques, plus ils sont susceptibles d'être externalisés pour garantir une meilleure situation financière de l'entreprise externalisante et lui donner ainsi un avantage compétitif. Ce sont ces domaines qui exigent des ressources financières, humaines et techniques élevées. L'entreprise sous-traitante peut répartir ses coûts sur l'ensemble de ses clients et bénéficier d'économies d'échelle, ce qui lui permet d'être concurrentielle par rapport à une solution mise en place en interne par ceux-ci.

Le domaine informatique et en particulier le LCNC sont un exemple concret d'un domaine complexe, propice à l'externalisation.

1.5.1 L'externalisation de l'infrastructure informatique

L'externalisation des activités dans le domaine de l'informatique, appelée l'infogérance, est de plus en plus courante, parce-que c'est un des domaines où les avantages de cette pratique sont les plus importants.

- D'abord, elle permet à l'entreprise externalisante, dans une discipline où les ressources sont des plus coûteuses, de ne payer que les celles qu'elle consomme (Coraux, 2007).

Cette possibilité de changer les coûts fixes en coûts variables est d'autant plus d'actualité pour les technologies soutenues par le cloud computing.

- Ensuite, cela ouvre aux entreprises externalisantes l'accès aux technologies de pointe dans un marché informatique en constante et rapide évolution (Sepherd, 1999).

En revanche, dans le contexte de l'externalisation informatique, l'interdépendance entre les deux acteurs est forte. Le succès du fournisseur de services dépend de la réussite de ses clients. Cela oblige d'établir une relation qualifiée plutôt de partenariat entre les deux acteurs. En effet :

- La complexité des problèmes à solutionner exige souvent une forte collaboration entre les équipes internes chargées du projet et les équipes du sous-traitant.
- Les revenus élevés du client entraînent une moindre élasticité par rapport au prix demandé par son sous-traitant. Les entreprises informatiques peuvent donc percevoir des revenus plus importants en prenant cette donnée en compte pour le développement de leurs différents forfaits.
- La clientèle d'un fournisseur de solutions informatiques influence fortement son attractivité sur le marché. Elle témoigne de la performance de l'outil. C'est pourquoi celle-ci est souvent mise en avant dans sa communication (Coraux, 2007).

Chapitre 2 : Aperçu de l'évolution de l'informatique : vers les solutions LCNC

2.1 La tendance à simplifier le développement

Depuis 40 ans les entreprises connaissent une révolution : l'informatique. Celle-ci est en évolution permanente tant au niveau des hardwares que des softwares. Cela a pour effet de pousser les langages informatiques à évoluer en permanence sous peine d'être dépassés (Urma, 2017).

Ces nouveaux langages informatiques sont de moins en moins complexes à comprendre pour l'homme. Au plus le langage est éloigné du langage initial des machines (c.a.d. le langage binaire), au plus son niveau d'abstraction est élevé. Sur cet échiquier, les langages de bas niveau sont lisibles par les machines, alors que les langages de haut niveau d'abstraction sont lisibles par l'homme et le dispensent de spécifier certains détails (i.e. la gestion manuelle de la mémoire

du disque dur). Les langages simplifiés sont décodés par un logiciel traducteur, afin de pouvoir ensuite être traités par l'ordinateur.

En grim pant sur l'échelle des niveaux d'abstraction, des tâches humaines de programmation, complexes et chronophages, disparaissent graduellement. La disparition du codage s'inscrit dans cette tendance.

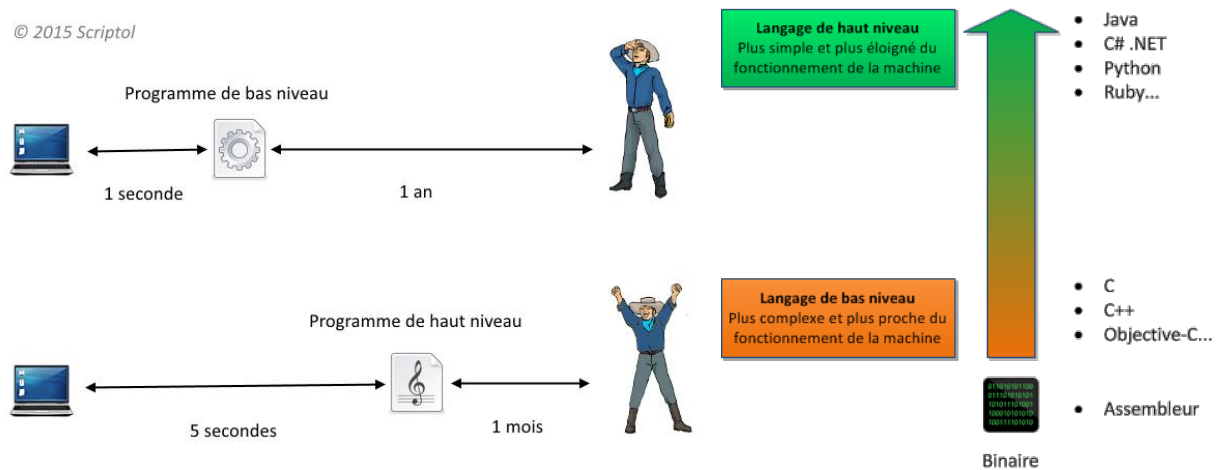


Figure 8. illustrations explicatives des niveaux d'abstraction (scriptol.fr, openclassrooms.com)

2.2 Les limites de l'essor de l'informatique

Bien que l'informatique n'ait cessé de se développer ces 40 dernières années, elle possède encore de nombreuses limites (Alves et Nunes, 2016).

Parmi celles-ci, figurait la complexité du développement. Il en résultait une demande croissante en compétences qui exigeaient des niveaux élevés de formation. En parallèle, on assistait à une augmentation exponentielle de la demande des entreprises pour des logiciels, capables d'effectuer des tâches complexes par l'automatisation. Résultat : les outils de développement de l'époque ne permettaient pas un débit de développement suffisant.

Ainsi, en 1991, la pénurie de développeurs était estimée à 1.000.000 de salariés dans le monde. En 2020, cette pénurie était estimée à 1.000.000 rien que dans l'Union Européenne. L'entreprise Gartner souligne que, dans les années à venir, l'offre de développeurs qualifiés gardera un retard notable. En outre, Gartner précise que la demande globale en systèmes informatiques a augmenté cinq fois plus rapidement que l'offre.

Autre limite, la complexité à estimer le temps nécessaire pour développer un logiciel et les incertitudes sur sa qualité finale témoignaient d'un manque d'efficacité du processus de développement de l'époque. De nombreuses évolutions informatiques (Johnson, 1996) voient alors le jour, i.e. la programmation orientée objet, le Rapid Application Development (voir infra), le client/serveur computing et le server middleware, les outils CASE (Computer Aided Software Engineering), le 4GL (langage de quatrième génération), ... Malgré cela, selon Brian Fitzgerald il restera un décalage notable entre l'évolution du hardware et la capacité à faire évoluer les softwares (Fitzgerald, 2012).

2.3 Les prémices du LCNC

Dans un premier temps, l'entièreté des systèmes de gestion étaient rassemblés sur une seule et unique application, accessible aux différents départements. La complexité du développement de tels logiciels, nécessitait de nombreuses heures de travail par des développeurs professionnels. Dans un deuxième temps, la fragmentation des logiciels organisationnels par tâches, a permis la simplification du développement informatique. D'autre part, elle a diminué les frictions entre les différents départements.

Déjà dès les années 1980, le besoin croissant de logiciels sur le marché pousse les entreprises à faire évoluer le modèle de planification et de gestion de projets. Le précurseur du no-code et du low-code voit alors le jour avec l'apparition du RAD (Rapid Development Application).

Cependant, contrairement au LCNC, la RAD est considérée comme une méthodologie de planification et non comme un outil. Celle-ci a pour avantage d'augmenter la vitesse de développement, tout en améliorant la qualité et en baissant les coûts de procédure. En se fiant aux retours des utilisateurs, le prototype prend progressivement forme, pour coïncider au mieux à leurs besoins. Les tests se déroulent en plusieurs phases consécutives.

L'apparition du LCNC suit la tendance des développeurs à utiliser des langages de haut niveau, remplaçant progressivement les langages de bas niveau (Woo, 2020). À l'origine, ces outils étaient principalement destinés aux analystes ainsi qu'aux marketeers avant que le monde du développement informatique ne les généralise à l'ensemble des activités.

Combiné à cette évolution, depuis une dizaine d'années, le paysage informatique a vu une nouvelle forme de logiciels se démocratiser : les applications qui auront fortement recours au LCNC . L'évolution d'Internet, ainsi que l'essor des téléphones intelligents en sont les principaux vecteurs. Ces dernières peuvent être téléchargées sur pratiquement n'importe quel support et ont bouleversé les habitudes des utilisateurs, en facilitant la majorité des tâches quotidiennes. La croissance du nombre d'utilisateurs est due à la possibilité d'y accéder en tous lieux et en toute circonstance, d'une part. D'autre part, la croissance du nombre de domaines couverts par les applications joue un rôle décisif dans leur omniprésence (Autissier et al., 2018).

Les mécanismes automatisés, tel que l'envoi d'emails aux clients ou le partage de données entre collègues se déroule grâce au flux de travail. Ces derniers sont des ensembles de processus dont chaque maillon est actionnés par un élément déclencheur.

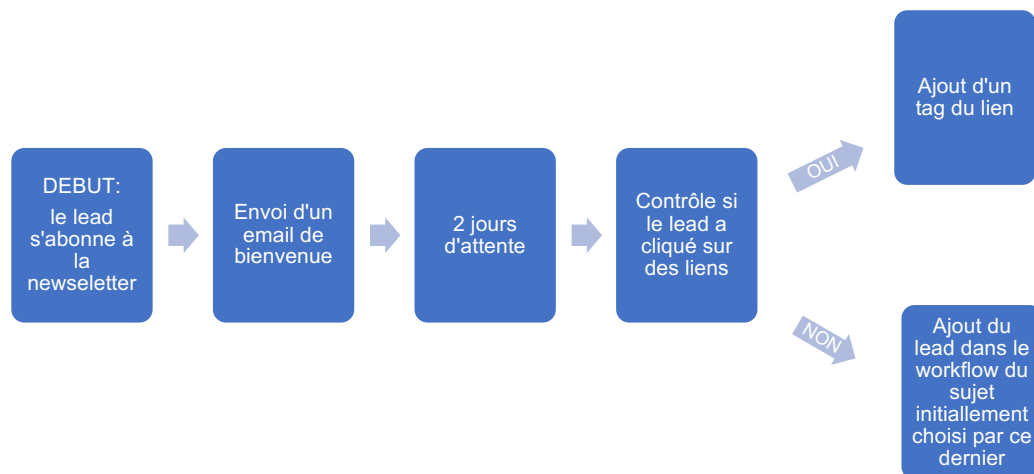


Figure 9. exemple d'un flux de travail d'abonnement à une newsletter

L'automatisation des flux de travail ainsi que le développement d'applications des entreprises se déroule en grande partie au travers des outils LCNC. Ainsi, selon l'entreprise Gartner, 13% des gestionnaires technologiques affirment que les LCNC représentent 1 des 3 outils utilisés pour l'automatisation de l'entreprise.

2.4 Définition du LCNC

2.4.1 L'interface graphique, ancêtre du LCNC

L'origine du premier outil de développement LCNC fait débat. En revanche, certains experts s'accordent à dire que le WIMP (Windows, Icons, Menu, Pointer), datant du début des années 1970, est le premier ancêtre du LCNC. Le WIMP, souvent appelé GUI (Graphical User Interface) aujourd'hui, est une interface visuelle. Celle-ci permettait aux non-programmeurs d'utiliser les systèmes d'informations. Cette technologie est à l'origine de la vulgarisation des ordinateurs personnels. Elle fut d'abord développée sur le Xerox Alto avant d'être reprise sur le premier Macintosh d'Apple.



Figure 10. le WIMP sur le premier Macintosh sorti en 1984 (à gauche) et sur le Xerox Alto sorti en 1973 (à droite)

2.4.2 L'apparition du LCNC dans le vocabulaire

Le mot low-code apparaît pour la première fois dans un document officiel en 2014. Le mot est alors mentionné dans un rapport de l'entreprise Américaine Forester. À cette époque, celle-ci précisait que le low-code était principalement utilisé pour le développement des applications de gestion tels que les progiciels de gestion intégrés ou encore les applications à des fins d'augmentation de productivité (Di Ruscio et al., 2021).

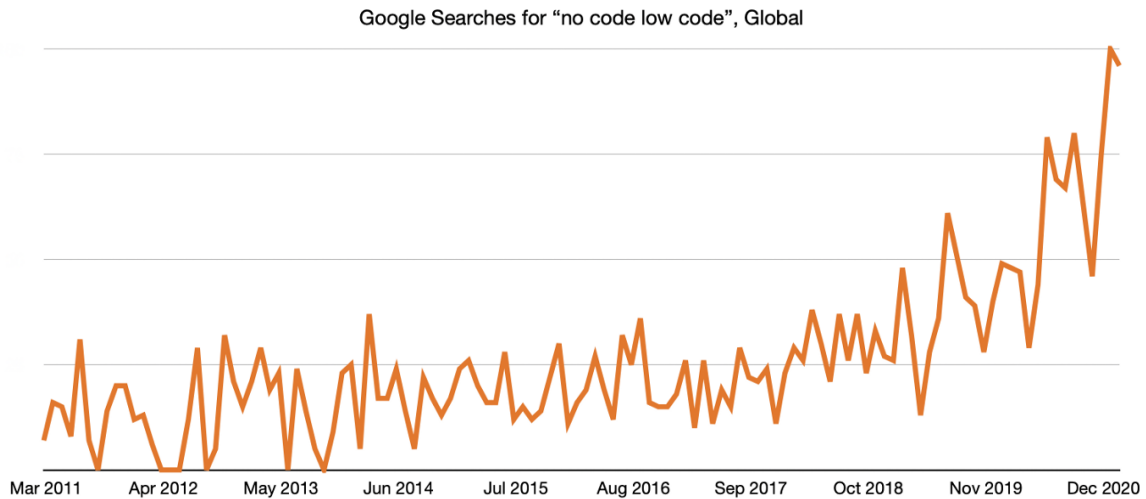


Figure 11. évolution du nombre de recherches sur Google des mots « no-code » et « low-code » (medium.com)

Si depuis une dizaine d’années, des outils qualifiés de “low-code” ainsi que de “no-code” ont vu le jour, qu’est-ce que ces noms recouvrent ?

Waszkowski définit le “low-code” comme “un ensemble d’outils, destinés aux programmeurs ainsi qu’au non-programmeurs, permettant de livrer des produits plus rapidement pour un effort moindre”.

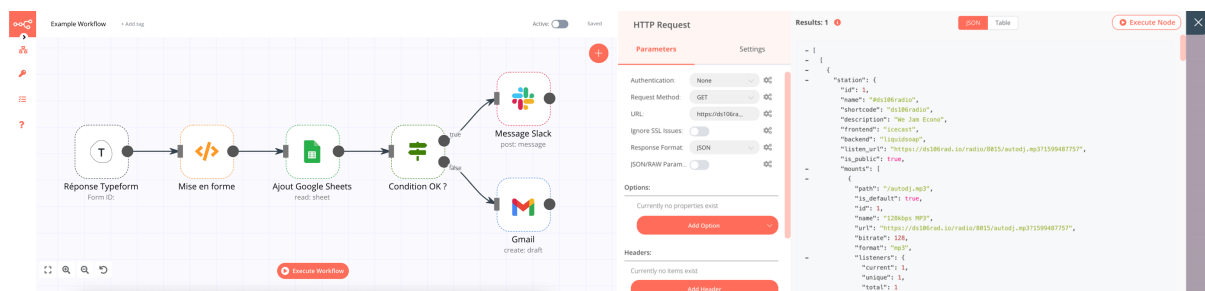


Figure 12. exemple d’interface d’outil low-code (N8N)

Le faible niveau de code à intégrer peut se présenter sous différentes formes : des composants personnalisables jusqu’à un certain degré, des composants entièrement programmables ou la possibilité d’effectuer des requêtes à une base de données externe.

A la différence du low-code, qui permet d’introduire des lignes de code dans l’interface, le “no-code” ne nécessite aucune connaissance en code informatique.

Les premiers exemples répandus de la démocratisation du no-code sont Shopify, Wix et Wordpress. Ces derniers ont permis de transformer les internautes utilisateurs en développeurs, via le web. Le nombre de développeurs potentiels a ainsi explosé.



Figure 13. logos respectifs de Shopify, Wix et WordPress

Le no-code connaît une seconde vague évolutive dans les années 2010, avec l'apparition d'outils puissants, dotés d'un degré de personnalisation nettement supérieur. Bubble, Webflow et Zapier en sont des exemples.

Malgré cette différence d'appellation, notons que les deux termes « low-code » et « no-code » tendent à se confondre avec le temps. En effet, les outils no-code permettent de plus en plus d'y inclure des lignes codes afin de renforcer le degré de liberté de programmation. L'écriture en langages de programmation n'est pas nécessaire mais permet d'élargir son spectre d'utilisateurs et d'utilisations.

2.5 L'essor du cloud computing à l'origine d'un nouveau modèle économique LCNC

Les outils LCNC sont en grande majorité des SaaS (Software as a Service). Ces nouveaux logiciels, dont on parle pour la première fois en 1998, sont essentiellement disponibles sur le 'cloud' et ne requièrent donc pas d'ordinateurs puissants. Dans le cadre de ce travail, nous n'aborderons ni le PaaS (Platform as a Service), ni le IaaS (Infrastructure as a Service), les autres variétés de services disponibles en ligne.

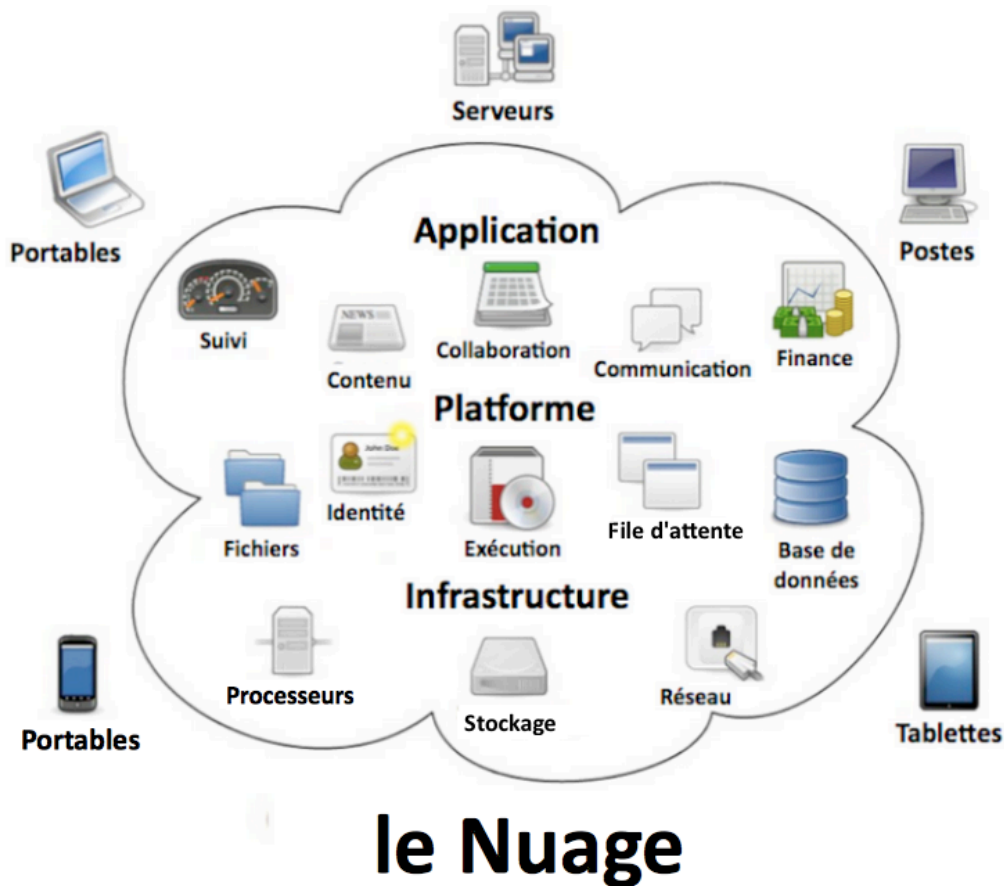


Figure 14. représentation visuelle du cloud computing et de ses différentes déclinaisons (Saas, Paas, Iaas)

Via le cloud computing, une entreprise tierce fournit des ressources informatiques (dans ce cas-ci un logiciel), accessibles en ligne. Les utilisateurs y accèdent en tout temps et en tout lieu.

Aujourd'hui le cloud computing s'est imposé sur le marché informatique. Ce système représente un tiers des dépenses annuelles mondiales en informatique.

Pour comprendre l'essor de cette technologie, il est nécessaire de se pencher sur les avantages que la technologie fournit :

- L'accessibilité est le point fort de ce système, puisque les utilisateurs peuvent accéder au service en tout temps et en tout lieu via Internet.
- Le cloud computing permet la mise à jour automatique des logiciels, car l'entreprise fournisseur centralise l'entièreté des données liées aux activités de ses clients.
- Les systèmes de cloud computing sont sécurisés par des systèmes de cybersécurité à grande échelle.

- La structure d'hébergement qu'offre le cloud computing permet d'accueillir un trafic soutenu, sans compromettre la fluidité du logiciel.
- Le système de pricing se présente sous forme d'abonnement et dépend, en règle générale, du nombre de fonctionnalités sollicitées ou du nombre d'utilisateurs du logiciel. Cela permet un contrôle de coûts efficace, puisque l'entreprise ne paye que les ressources informatiques utilisées.

2.6 Les avantages du LCNC

La technologie LCNC présente de nombreux avantages significatifs. Les plus importants et les plus généralisés tant en low-code qu'en no-code sont :

2.6.1 L'accessibilité

La technologie LCNC est de nature accessible. L'utilisateur cible de ces outils a des connaissances nulles ou restreintes en langages de programmation (Di Ruscio et al., 2022).

Certains chercheurs, dont les membres de « Models20 », appellent ces nouveaux utilisateurs, non-issus du secteur technologique, les « citoyens développeurs » (Oltrogge et al., 2018). Cela apparaît, aux yeux des GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Alibaba et Microsoft) comme une solution au décalage grandissant entre l'offre et la demande d'emplois nécessitant une certaine connaissance en langages de programmation.

Cela permet :

- aux entreprises avec une structure informatique réduite ou inexistante (en phase de démarrage, taille réduite,...) d'accéder à des solutions digitales.
- dans les entreprises où il y a « trop d'informatique », c.a.d. que les principes conservateurs qui guident le département informatique (stabilité, sécurité, normalisation,...), sont prioritaires par rapport aux objectifs des autres départements, de s'en affranchir (Mediamarketing, 2019). D'autant plus que la demande de logiciels personnalisés est en augmentation. Il en résulte un gain de temps et une meilleure correspondance aux besoins du département. En outre, en désengorgeant le département informatique, les programmeurs informatiques se concentrent sur les tâches nécessitant

un haut niveau de compétences. Cette démarche s'inscrit dans une logique de réduction des coûts.

2.6.2 La rapidité de développement

Deuxièmement, le LCNC offrirait l'avantage de fournir des résultats rapidement. Sahay (2020), ainsi que Robert Waszkowski (2019) parlent de résultats rapides par rapport aux faibles efforts fournis. Selon une étude de la NASSCOM (National Association of Software and Service) les entreprises ayant utilisé des technologies low-code et no-code ont vu leurs ROI (Return On Investment) augmenter de 30% à 35% en moyenne, tout en réduisant le temps moyen de développement de 75%.

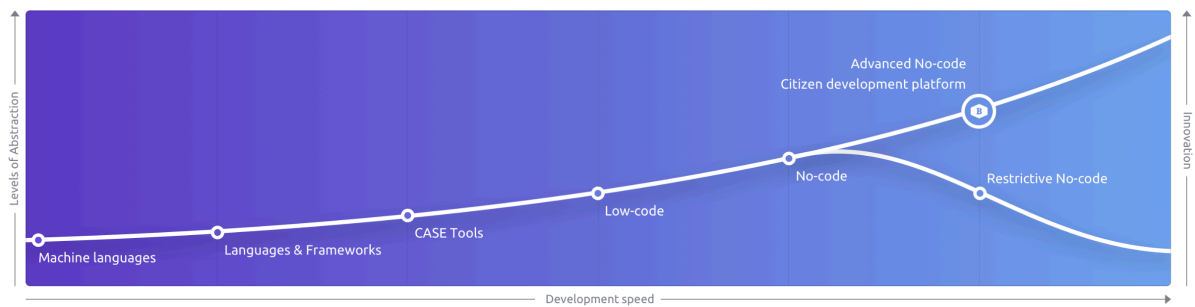


Figure 15. relation entre le niveau d'abstraction et la vitesse de développement (BettyBlocks)

À titre d'illustration, cet avantage a permis à la ville de New York de développer un système de suivi de la propagation de la covid-19 ainsi qu'une aide à la population en trois jours. Cela fut possible grâce à l'usage d'un outil low-code, fourni par l'entreprise New-Yorkaise 'Unqork' (Markus Woo, 2020).

Autre exemple : l'entreprise Britannique Vodafone utilise la technologie LCNC afin de garantir une amélioration constante de son service client. Selon son directeur informatique, le codage brut ne permettrait pas une rapidité de développement suffisante pour garantir un service client de qualité. L'exemple type mentionné par ce dernier est la résolution des dysfonctionnements de l'application mobile. La réactivité des développeurs, dans ce cas de figure, impacte fortement l'expérience des utilisateurs (PEGA, 2020).

2.6.3 Le partage de données et l'interconnectivité au sein des entreprises

Depuis une dizaine d'années, la culture du BYOD (Bring Your Own Device) s'est imposée dans la majorité des entreprises. Les salariés apportent leurs équipements « hardware » au bureau et travaillent sur un système centralisé. Comme la grande majorité des applications LCNC fonctionnent sur le cloud, le transfert des applications au sein de l'entreprise est facilité. N'importe quel employé peut facilement accéder à un projet en développement à n'importe quel stade de celui-ci.

2.6.4 La scalabilité

Enfin, bien qu'accessibles au public large des programmeurs non-professionnels, les produits développés sont scalables. En d'autres termes, ceux-ci répondent aux fluctuations de la demande, sans compromettre les performances de l'outil. Ainsi, le nombre d'utilisateurs ou de requêtes à traiter n'influencent pas la fiabilité du produit développé. La scalabilité est un atout majeur, car cela permet aux développeurs de projets LCNC de distribuer les applications de qualité dans le monde entier.

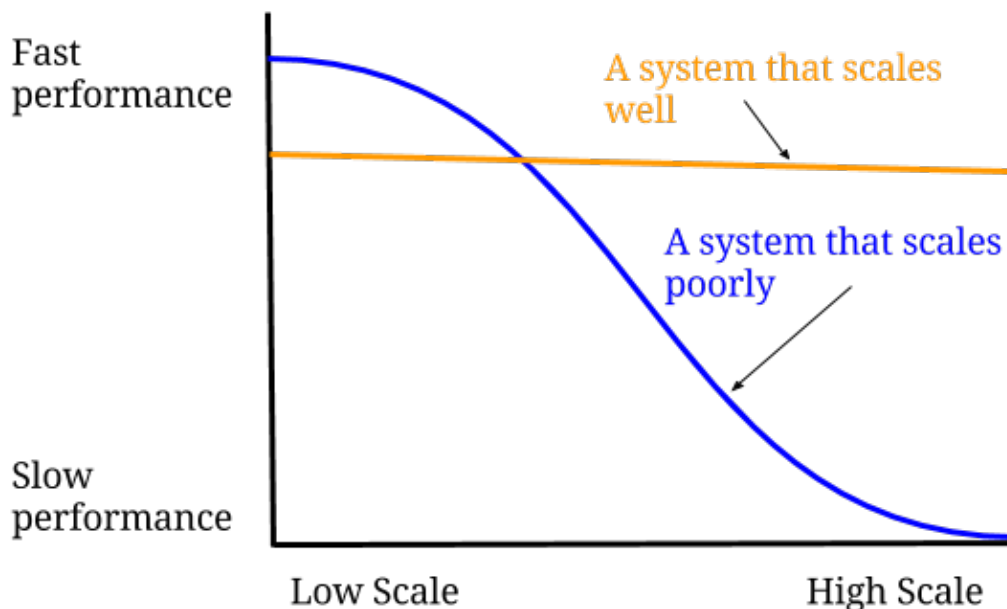


Figure 16. la scalabilité : la performance reste constante malgré la variation de la demande

(Professor Beekums Blog)

2.7 Les limites du LCNC

Malgré une stratégie de communication poussée de la part des fournisseurs d'outils LCNC afin d'attirer les potentiels utilisateurs, certains entrepreneurs et consultants pointent du doigt les limites de ces technologies.

2.7.1 Le faible contrôle et la sécurité

Selon Ganesh Bell, partenaire chez Insight Partner, les utilisateurs de plateformes LCNC n'ont aucun contrôle sur les modalités imposées par le fournisseur. Ils considèrent cet inconvénient comme un obstacle, d'autant que l'entité tierce a un accès total à leurs données. Il en découle des risques de sécurité :

- Le fait de ne pas héberger ses propres bases de données compromet le contrôle de l'utilisation ou de la détérioration de ces dernières.
- De plus, il est difficile de vérifier si ces outils sont à l'abri des cyberattaques, dont la "DDoS" (Distributed Denial of Service).

Pourtant, il existe plusieurs manières de garantir la sécurité des programmes développés.

- D'abord, pour garantir le bon déroulement de la collaboration entre les fournisseurs d'outils no-code et leurs utilisateurs, il est conseillé de signer des SLAs (Service Level Agreement).
- Ensuite, il est recommandé de demander le SBIM (Software Bill of Material) de la part de l'entreprise fournisseur. Ce dernier permet la visualisation du code source de l'outil et des composants développés, afin d'éviter les risques liés au manque de rigueur des fournisseurs d'outils en termes de cybersécurité. Cette pratique requiert hélas du personnel informatique formé (Cybersecurity & Infrastructure Security Agency).
- Enfin, il est possible de demander au fournisseur de l'outil un compte rendu d'une analyse DAST (Dynamic Application Security) ou SAST (Static Application Security). Les résultats ont pour objectif de pointer du doigt les incohérences ou les sources d'insécurité du code-source du logiciel développé.

2.7.2 La vulnérabilité du produit

La pérennité de l'entreprise commercialisant le produit joue un rôle clef. Dans un marché dans lequel l'offre de solutions LCNC est en pleine expansion, certains acteurs plus faibles sont condamnés à disparaître. En cas de faillite ou de disparition, le projet développé avec l'outil est rendu obsolète, ce qui peut soit l'anéantir, soit empêcher les mises-à-jour. Même si certaines sociétés garantissent de fournir le code en cas de problème, cela implique le recours à un programmeur à terme.

Pour se prémunir de ce risque, l'historique de l'entreprise est une information intéressante, surtout quand elle se complète de la liste des entreprises ayant utilisé leur outil. Un autre indicateur intéressant, sans être absolu, est le prix demandé pour leur service. Un bon pedigree s'accompagne souvent d'un prix plus élevé.

2.7.3 La liberté de développement

Selon les partenaires, Sri Pangalur et Paul Lee, ces technologies ne pourront jamais couvrir l'entièreté du développement des applications (Bhasin, 2022).

Selon eux, les utilisateurs de technologies no-code et low-code sont en grande partie dépendants du degré de liberté qu'offrent ces outils, notamment en termes de personnalisation. Ils avancent également le fait que le marché des outils LCNC connaît une saturation croissante. Le panel d'outils proposés sur le marché est tel que le fait de sélectionner et de s'accorder sur le développement d'une application se complexifie et requiert plus de temps. Cela impacte la productivité du développement.

Le manque de liberté en termes de connectivité est un autre désavantage, découlant de la simplification du développement. Certains utilisateurs, tel que Ravi Joshi, soulignent la complexité à intégrer un logiciel LCNC à certains systèmes tierces (2021). Les technologies offrent, en règle générale, un nombre restrictif de choix d'API (Application Programming Interface).

2.7.4 Le risque de devoir faire appel à des développeurs hybrides

Kerry Salaby indique que si le développement en LCNC de fonctionnalités simples est fluide, une fois les limites de l'outil atteintes, il n'est pas rare de devoir faire usage d'un langage de programmation pour maximiser certaines fonctionnalités. Cela peut s'avérer particulièrement complexe. Le développeur LCNC devra donc posséder des connaissances en développement informatique. Si ce n'est pas le cas, il sera nécessaire de faire appel à un développeur informatique externe.

De plus, l'implémentation d'un langage informatique au sein de l'outil de développement LCNC peut s'avérer être une tâche complexe, au point de requérir un effort supérieur comparé au développement traditionnel. La combinaison de connaissances de l'outil, d'une part, et du développement informatique d'autre part, en est la cause.

Dans les deux cas, mentionnés ci-dessus, cela augmente drastiquement le temps de travail nécessaire et, par conséquent, le budget alloué au projet. Enfin, à signaler que les développeurs hybrides se font rares sur le marché.

2.8 Le LCNC un atout pour l'entrepreneuriat

Selon l'investisseur Smith, les outils LCNC représentent un avantage concurrentiel pour les jeunes entreprises en phase de déploiement (2019).

42% des échecs de startups sont causés par le fait de ne pas trouver leur marché. La phase d'exploration dure jusqu'à deux ans pour certaines d'entre-elles, ce qui représente une procédure coûteuse et chronophage sans garantie de succès. Le no-code permet le développement de MVP (Minimum Viable Product) sans connaissances techniques. Cette alternative MVP en LCNC, moins coûteuse, permet de diminuer le temps nécessaire à la phase test et réduit ainsi le risque d'échec. En simplifiant la modification, la suppression ou l'ajout de fonctionnalités, les outils LCNC rendent la phase test d'une application centrée sur le client plus efficace. Les retours des utilisateurs font l'objet d'une réaction quasiment instantanée de la part des développeurs.

Une seconde conséquence de l'augmentation de la rapidité de développement est de faciliter les levées de fonds grâce à une maturité accélérée du produit. Par cet accès aux liquidités, les chances de succès des projets des jeunes PME augmentent.

On peut en déduire que le LCNC tend à baisser les barrières d'entrée de l'entrepreneuriat. En 2020, malgré la pandémie de Covid-19, le nombre de nouvelles entreprises créées aux Etats-Unis a connu une augmentation de 23%, comparé à l'année précédente (Djankov et Zhang, 2021). Cela représente l'augmentation la plus importante enregistrée aux Etats-Unis. Selon le journaliste Ben Casselman, cette explosion de l'entrepreneuriat est due, en partie, au no-code.

Pour illustrer cette plus grande accessibilité à l'entrepreneuriat, il suffit de comparer les investissements nécessaires à la création d'une firme de marketing digital aujourd'hui et il y a 25 ans. En 2021, un simple ordinateur suffit pour lancer son agence, ce qui n'était pas le cas à l'époque. (Aytekin, 2021).

2.9 Perspectives du marché global du LCNC

L'aspect durable de l'impact du LCNC sur l'entrepreneuriat n'est pas encore établi. Une partie des spécialistes considèrent cette technologie comme un effet de mode, qui ne manquera pas de s'éclipser dans un futur proche. Pourtant...

2.9.1 Un marché en pleine croissance

Le marché des technologies LCNC est en forte croissance. Selon un rapport de Markets and Markets, le CAGR (Taux de Croissance Annuel Composé), entre 2020 et 2025, s'élève à 28%. Notons que la catégorie de SaaS permettant le développement de web applications connaît la croissance la plus élevée. Selon Gartner, en 2024, 65% des applications web seront développées grâce à la technologie LCNC.

Une partie de la croissance est liée à la pandémie de Covid-19, qui a poussé les entreprises à se digitaliser. Mieux, la croissance de l'ensemble des outils LCNC ne fera qu'augmenter dans les prochaines années, selon les estimations des experts. Le nombre d'acteurs sur le marché n'a cessé d'augmenter avec le temps.

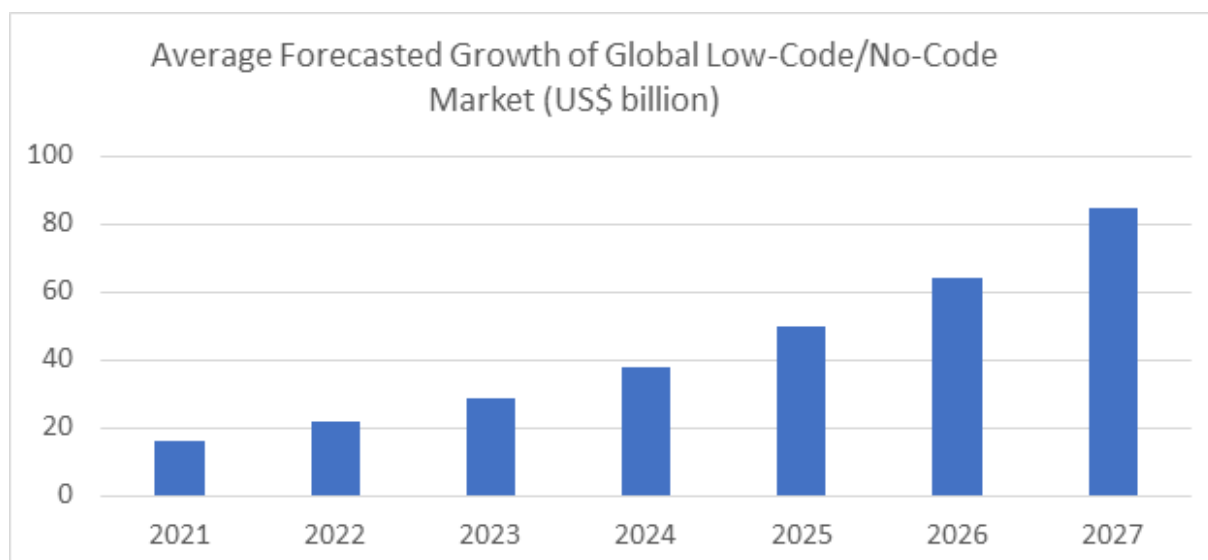


Figure 17. taille estimée du marché LCNC (milliards de dollars Américains)

(userguiding.com)

Autre indice pour comprendre l'importance grandissante des outils LCNC sur le marché : les fonds alloués par les VC (Ventures Capitals) aux jeunes entreprises de LCNC. A titre d'exemple, l'entreprise Bubble a bénéficié d'une levée de fonds de 100 million de dollars en 'round series A', ce qui représente un stade peu avancé du processus de levée de fonds (series A précède series B et series C). Buidar.AI, un autre outil no-code, a également récemment levé 100 million de dollars en series C.

Dans une analyse, reprenant 165 acteurs importants du LCNC, 27% des entreprises ont obtenu plus de 10 millions d'euros de financement et 20 d'entre-elles sont valorisées à plus de 1 milliard d'euros. La somme de la valorisation des licornes parmi cette liste s'élève à 158 milliard d'euros. (liste en annexe)

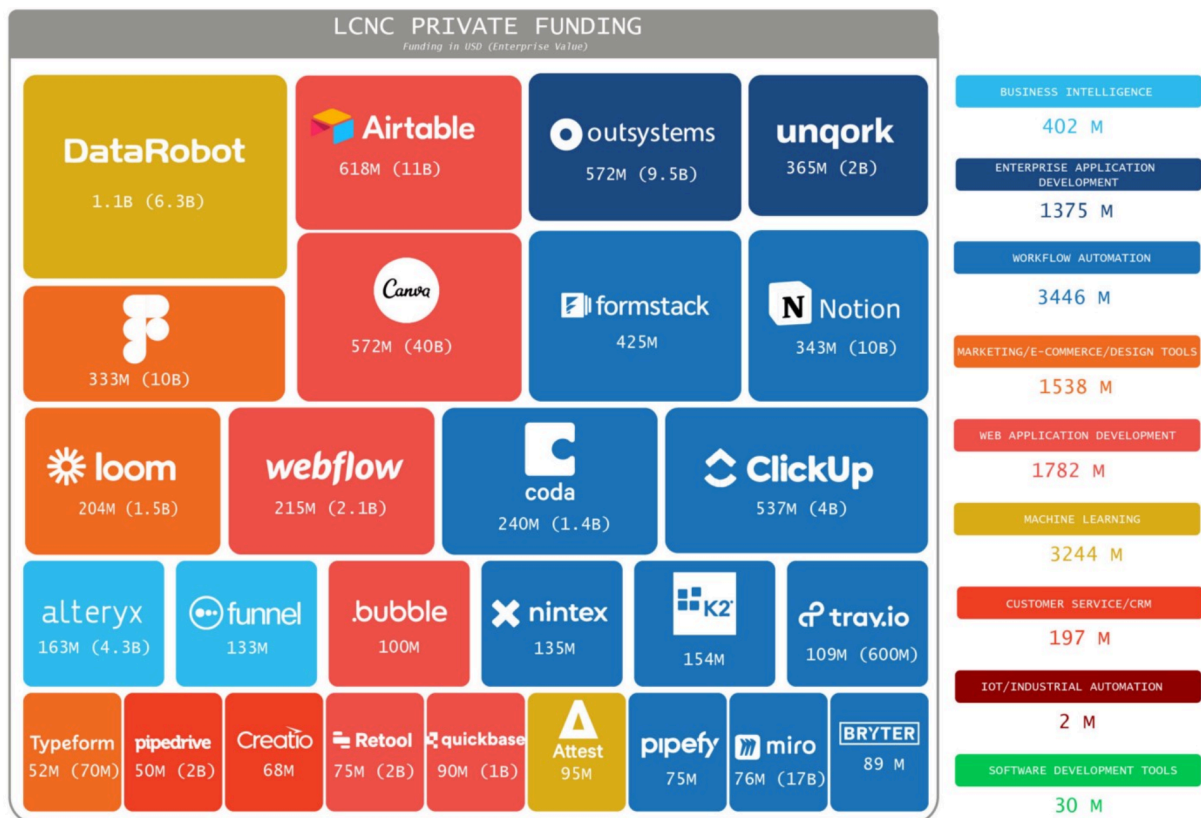


Figure 18. liste d'outils LCNC, en fonction de leurs financements, datant de janvier 2022 (medium.com)

2.9.2 Les secteurs utilisateurs du LCNC

Le secteur BFSI (Banques, Services Financiers et Assurances) est considéré comme le secteur le plus important pour la croissance des plateformes LCNC. Le besoin de continuellement proposer de nouveaux produits digitaux et d'améliorer les produits existants, en est la cause.

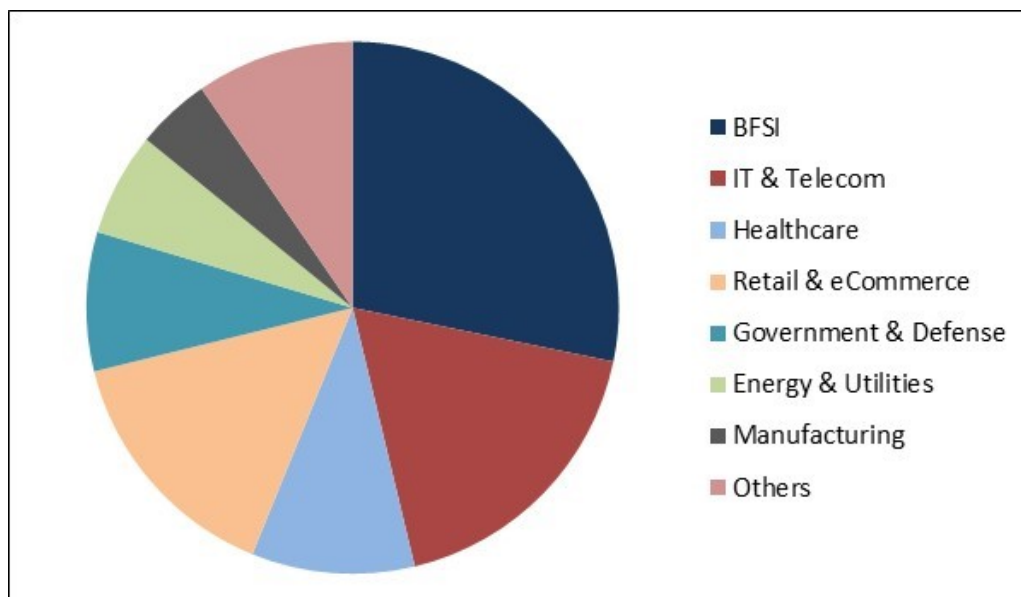


Figure 19. parts de marché du LCNC par secteur (kbvresearch.com)

Afin de mieux connaître les raisons de l’engouement de ce secteur envers les technologies LCNC, nous avons contacté Xavier de Walque, directeur financier de la société d’investissement Cobepa.

Celui-ci a confirmé que Cobepa n’utilise que des logiciels LCNC pour son activité. Il juge la sécurité de certains outils suffisante pour traiter les informations sensibles, tels que les dossiers d’investissements.

Cependant, Copeba distingue les gros acteurs LCNC, implantés depuis longtemps sur le marché, des nouveaux entrants. Bien qu’ils recourent aux deux, ils jugent les nouveaux acteurs plus à risque mais plus malléables et les destinent à des activités qui ne compromettent pas la pérennité de l’entreprise.

2.9.3 Les principaux acteurs LCNC

Comme mentionné dans l’exemple ci-dessus, le marché du LCNC se compose des nouveaux entrants et des acteurs déjà établis depuis longtemps. La plus grosse part du marché se concentre au mains de ces derniers (qui sont considérés comme les majeurs).

Nous classons les outils selon 4 segments distincts afin de les différencier en fonction de la portée des outils (à usage interne ou externe) et en fonction du type d’utilisateurs ciblés (pour les développeurs ou non). Ce dernier segment nous informe, de surcroît, sur le niveau de formation en informatique requis pour les utilisateurs. (voir figure 20).

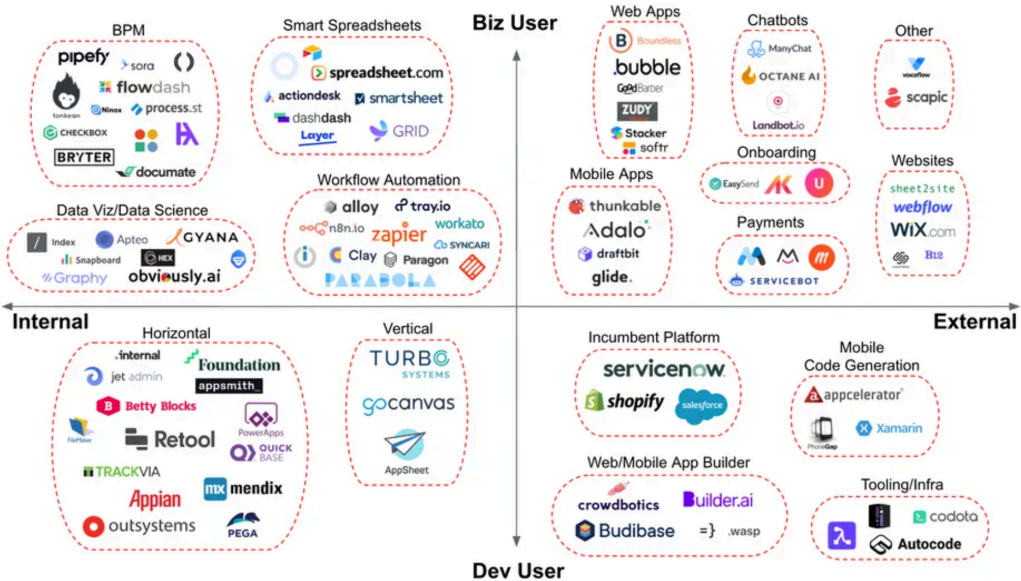


Figure 20. les 4 segments du marché du LCNC (Chris Yin/Scale Venture Partners)

Selon un sondage du site User Guiding, effectué auprès de développeurs LCNC, les outils considérés comme apportant le plus de bénéfices aux clients repris dans le graphique sont Zapier, Bubble et Adalo.

L'entreprise de consultance Gartner a développé un quadrant reprenant les grands acteurs du marché des plateformes de LCNC. Ce modèle, nommé le "quadrant magique" nous donne un aperçu du marché en classant les acteurs selon deux axes. (Remarque : la disposition des entreprises sur le quadrant dépendent de données qualitatives subjectives, donc à considérer avec prudence.)

La capacité d'exécution regroupe les facteurs liés à la qualité du produit, tels que l'expérience client, le prix, la réaction du marché, la qualité du marketing, la qualité de la structure organisationnelle ainsi que la santé financière. Le second axe comprend la vision de l'outil en temps t et sa cohérence par rapport à une vision long terme. Ainsi la stratégie marketing, le business modèle, la stratégie de vente, l'innovation, la stratégie géographique, ainsi que la compréhension du marché sont évalués.

Gartner différencie 4 types de technologies LCNC sur le marché :

- « Les leaders exécutent bien leur vision actuelle et sont bien placés pour demain. »
 - « Les visionnaires comprennent où va le marché ou ont une vision pour changer les règles du marché, mais ont du mal à exécuter. »
 - « Les acteurs de niche se concentrent avec succès sur un petit segment, ou ne sont pas concentrés et n'innovent pas ou ne dépassent pas les autres. »
 - « Les challengers fonctionnent bien aujourd'hui ou peuvent dominer un large segment, mais ne démontrent pas une compréhension de l'orientation du marché. »
- (Gartner)



Figure 21. le « quadrant magique » de l'entreprise Gartner

Chapitre 3 : Analyse comparative de l'efficacité des outils LCNC sur le terrain

3.1 Méthodologie

Les recherches sur le terrain se basent sur trois expériences distinctes, effectuées par moi-même en tant qu'étudiant dépourvu de connaissances en développement informatique. L'objectif est d'identifier les forces et les faiblesses des outils LCNC.

La méthodologie proposée est :

1. d'identifier les démarches auxquelles sont confrontés les utilisateurs d'outils LCNC, à savoir :
 - a. l'analyse du marché LCNC
 - b. la sélection d'un outil LCNC
 - c. la description de la phase pratique de réalisation d'un projet avec les problématiques liées à l'outil choisi

2. de comparer les ressources nécessaires, calculées en heures de prestation, à la réalisation d'un projet de développement informatique :
 - d'une part par moi-même, étant un étudiant en gestion, sans connaissances informatiques, utilisant les outils LCNC.
 - d'autre part, par des développeurs informatiques professionnels, à qui il sera demandé un devis pour réaliser l'équivalent du mon résultat obtenu

La comparaison des deux performances a pour objectif d'identifier les avantages et inconvénients des différents outils. Ce résultat nous aidera à comprendre si les outils LCNC apportent une solution pour faciliter le lancement et l'activité des jeunes PME.

3.1.1 Description de l'entreprise spécialisée en informatique

Il s'agit de l'entreprise Quillok, présente sur la plateforme de services freelance, Fiverr.

Quillok est un «studio» de développement informatique Uruguayen, comptant 4 employés. Les raisons du choix de l'entreprise sont :

- Son gage de qualité. L'entreprise obtient un score de cinq étoiles en retours clients, provenant de la plateforme Fiverr, ce qui représente le score maximal (voir annexe 1).
- Les prix proposés sont proches de la concurrence analysée préalablement. De surcroît, la taille de l'entreprise n'induit pas de coûts fixes conséquents et est donc comparable à ma situation.
- L'expérience de l'entreprise. Celle-ci est présente depuis 2017 sur la plateforme et a servi dix clients (provenant de la plateforme). Il est important de noter que la plateforme Fiverr ne fournit que rarement l'entièreté de la clientèle. Cette dernière est utilisée par les entreprises comme source supplémentaire de clients potentiels.



Figure 22. logo de l'entreprise « Quillok »

3.1.2 Description de l'étudiant développeur LCNC

Avant l'expérience, je n'avais jamais utilisé d'outils LCNC.

L'expérience porte sur la réalisation de trois projets, entre mars 2021 et juin 2022. Il s'agit de :

- un réseau social écoresponsable sous forme d'application mobile, dénommé « Minis »
- une plateforme de rencontre entre étudiants francophones confinés pendant la période du Covid-19, appelée « Friendle »
- un programme de déploiement de flotte automobile d'entreprise, appelé « Mobvious »

L'évolution de ma productivité dans l'utilisation de l'outil LCNC, au fur et à mesure des projets, est une donnée dont il sera tenu compte dans la description des différents projets (voir annexe 2 et 3).

3.1.3 Remarques sur la méthodologie

La méthodologie suivie présente certaines faiblesses.

- Une première faiblesse est liée au recours pour la comparaison à seulement une entreprise de développeurs professionnels. En contrepartie celle-ci est représentative du type de fournisseurs sollicités par les PME européennes pour la sous-traitance de tâches informatiques.

Même si les entreprises dont les conditions sociales et économiques diffèrent fortement de celles qui existent en Europe sont majoritaires sur le marché, nous n'avons pas voulu faire appel à celles-ci. En effet, tant la fiabilité du devis que le résultat obtenu s'avèrent régulièrement aléatoires pour ces dernières.

Par ailleurs nous avons voulu nous assurer de la comparabilité de la situation de l'étudiant avec celle de l'entreprise de développeurs au niveau des conditions de travail, des formations et de l'infrastructure :

- une infrastructure légère (quatre collaborateurs), pas trop éloignées de la situation de l'étudiant pour ne pas charger le comparatif en termes de coûts.
- une qualité de production et des tarifs conformes aux standards européens (voir annexe 4).

Seulement une entreprise, répondant à ces critères, nous a calculé un devis pour les trois projets. Nous comprenons la réticence au niveau des entreprises pour réaliser une estimation pour ce genre de requête. Celle-ci est liée :

- à son caractère inhabituel (trois projets différents), source de doutes quant à la certitude de signature du devis.
- au caractère chronophage et coûteux de pareil estimation.

Enfin, si l'entreprise choisie n'est pas européenne (mais Uruguayenne), elle répond parfaitement à tous les critères de sélection.

- Un deuxième faiblesse pourrait provenir du fait que l'analyse se base sur une estimation et non la réalisation concrète du projet par l'entreprise de programmation. Cependant l'expérience nous démontre que le délai dans le domaine informatique est une variable difficile à respecter et souvent sous-estimée.
- Enfin une troisième faiblesse pourrait provenir du fait que les trois projets furent effectués par un étudiant sans expérience professionnelle. Cette situation est bien sûr très différente des profils professionnels rencontrés au sein des PME. Néanmoins dans l'approche LCNC, l'inexpérience en programmation est l'élément déterminant qui se retrouve dans la situation de l'étudiant et fréquemment des personnes qui doivent implémenter des solutions LCNC dans les PME.

Malgré ces faiblesses n'oublions pas que l'objectif de cette analyse est de mesurer la faisabilité de projets LCNC dans le cadre de PME (ce qui est un objectif atteint dans les trois cas) et surtout d'en comparer les avantages et inconvénients par rapport à une solution classique avec code.

3.2 Développement en NC d'une plateforme de partage de gestes écoresponsables : Minis

3.2.1 Description du projet

- Période : entre mars 2021 et août 2021 (parution : août 2021)
- Réalisé en collaboration avec James de Wasseige (ancien « product manager » au sein de l'entreprise Lab Box SA), « product manager » du projet. Il n'a pas été effectué sous la tutelle d'une entreprise
- Type de produit : MVP (Minimum Viable Product)
- L'objectif : stimuler les gestes écoresponsables en permettant le partage d'expériences. L'idée initiale est issue de « Strava ». Il s'agit d'une plateforme utilisée par les athlètes pour partager leurs performances sportives et créer ainsi l'émulation. La plateforme utilise les principes de ludification (également connu sous le nom de « gamification »)
- et d'interactions sociales.

- L'entièreté du développement informatique s'est faite à l'aide du SaaS Américain « Adalo ».



Figure 23. logo du projet Minis

3.2.2 Déroulement de l'expérience

- Le cahier des charges de l'application a été réalisé par le product manager.
- Il n'y a pas eu d'examen préalable du marché, le choix de l'outil « Adalo » s'imposant de manière évidente, suite au conseils d'autres acteurs dans le domaine LCNC.

Adalo est un SaaS no-code sous forme d'interface visuelle. En utilisant une interface « drag and drop », les utilisateurs d'Adalo peuvent développer des applications mobiles sans connaissance de langages informatiques. L'avantage compétitif d'Adalo est la facilité d'utilisation ainsi que le caractère intuitif de son environnement.

Lors de la réalisation du projet Minis, l'outil Adalo s'est avéré d'utilisation « simple » et « conforme » aux attentes du développeur pour les fonctionnalités standard. La figure 24 illustre la réalisation du wireframe issue de son utilisation.



Figure 24. le logo « Adalo »

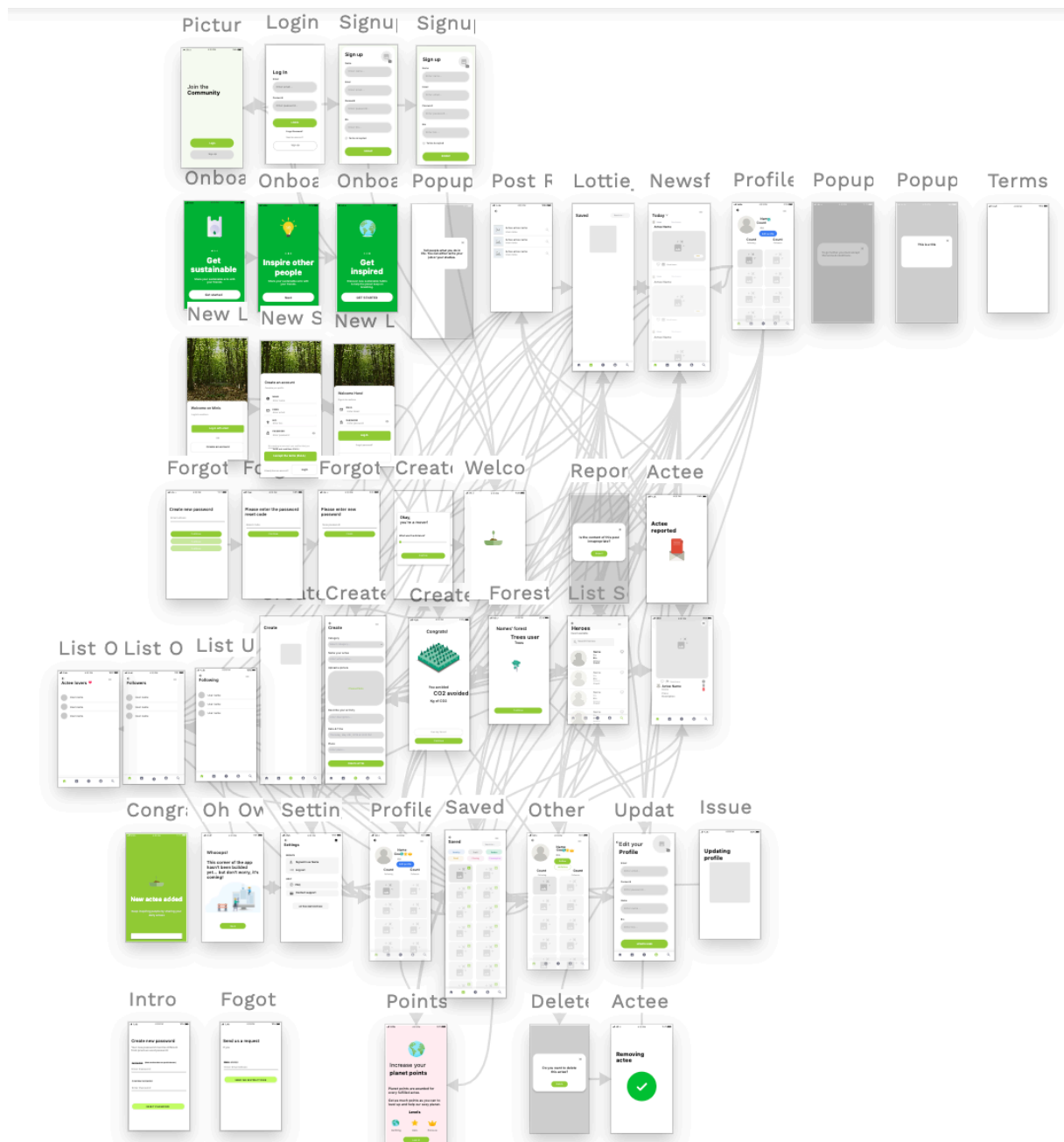


Figure 25. aperçu des wireframes (sur l’outil NC Adalo) de l’application mobile Minis

- Les retours clients (beta testing) ont fait évoluer le cahier des charges. A cette fin, le « product manager » a mis en place une conversation de groupe sur un réseau social. Celle-ci rassemblait l’entièreté des « testeurs », afin de faciliter leurs retours. En utilisant la plateforme régulièrement, les testeurs faisaient part de leurs opinions à propos des fonctionnalités mises en place sur l’application. Sur base de celles-ci j’adaptais l’application de manière hebdomadaire.

- Le développement de Minis a duré six semaines, à hauteur de cinq demie-journées de travail par semaine. En additionnant les heures prestées sur le projet Minis, nous obtenons un total de 120 heures.

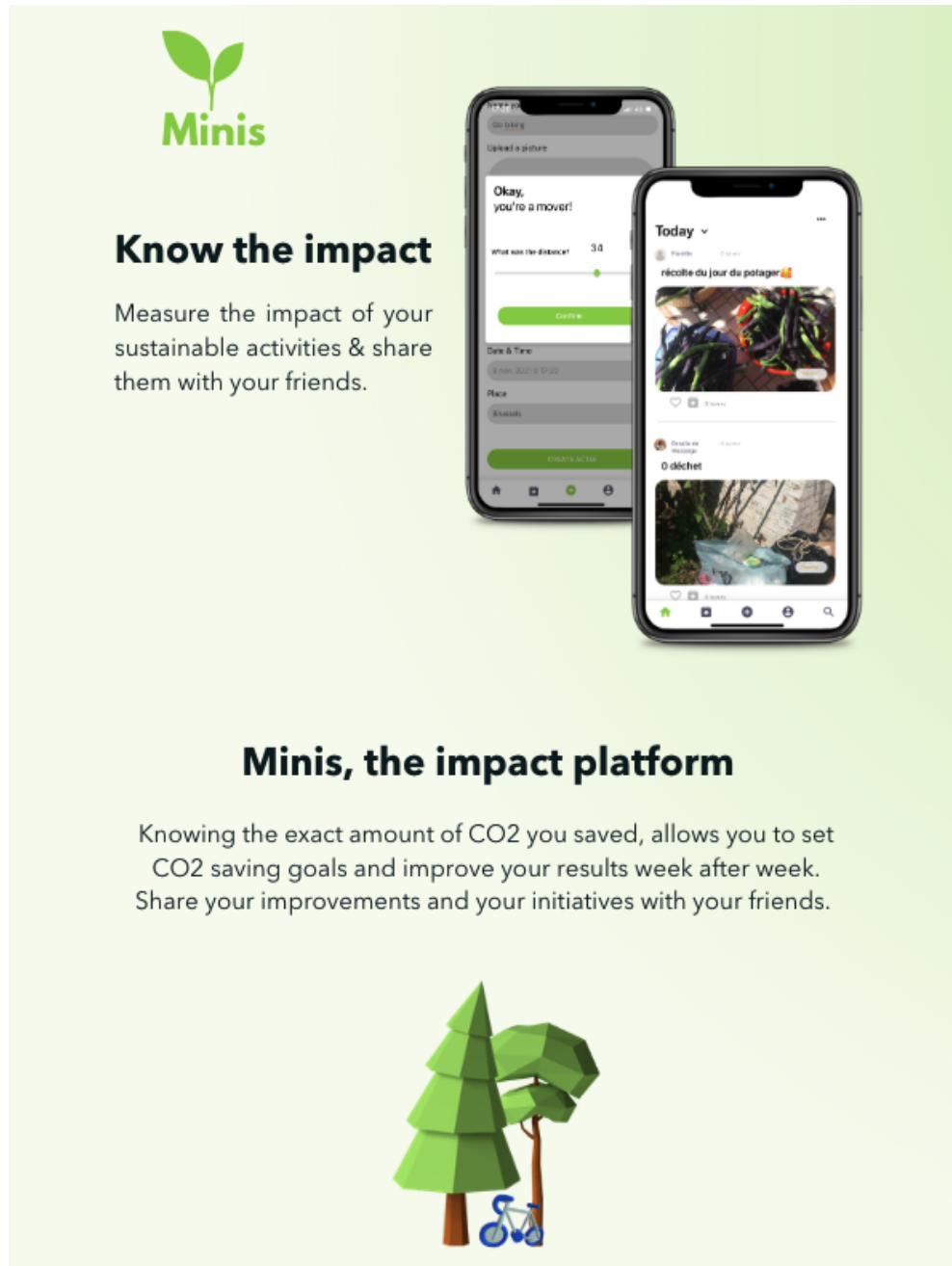


Figure 26. présentation de l'application mobile "Minis"

3.2.3 Comparaison programmation no-code / programmation par codage

Hypothèses de travail pour le calcul comparatif :

- Le temps alloué à la communication et aux réunions avec le client (process design), estimé à 80 heures par Quillok, a été neutralisé dans les deux processus de développement. En effet, le temps passé en process design est identique, que ce soit du LCNC ou de la programmation par codage.
- Le nombre d'heures estimé par Quillok comprend la publication de l'application. Celle-ci n'est pas comprise dans l'alternative LCNC. Afin de mettre les deux approches sur un pied d'égalité, 10 heures allouées à la publication sont ajoutés au temps de développement LCNC. Il s'agit d'une estimation basée sur l'expérience Friendle, partant de l'observation que le temps nécessaire à une publication est standard quelque soit la taille du projet.
- Les prix proposés dans le devis sont exprimés en dollars Américains. Au vu du taux de change actuel entre le dollar et l'euro, nous convertirons les montants en euro.

Minis				
Developeurs	Temps/développeur	Nombre de développeurs	Temps total presté	Prix
Professionnels	480.00	2	960	60,000.00 €
Étudiant (no-code)	130.00	1	130	pas d'application
Prix horaire moyen/développeur	62.50 €			

Figure 27. bilan des heures de travail estimées et nécessaires au développement du projet Minis par des professionnels et par un étudiant

En partant de ces hypothèses, le développement no-code s'est déroulé 7,38 fois plus rapidement que le temps estimé par l'entreprise Quillok pour coder la même problématique. De plus, le développement traditionnel nécessite deux développeurs professionnels, dont les prix varient entre 55 et 70 dollars de l'heure. Le prix total du développement de la plateforme par des développeurs-codeurs professionnels est donc estimé à 60.000 € HT.

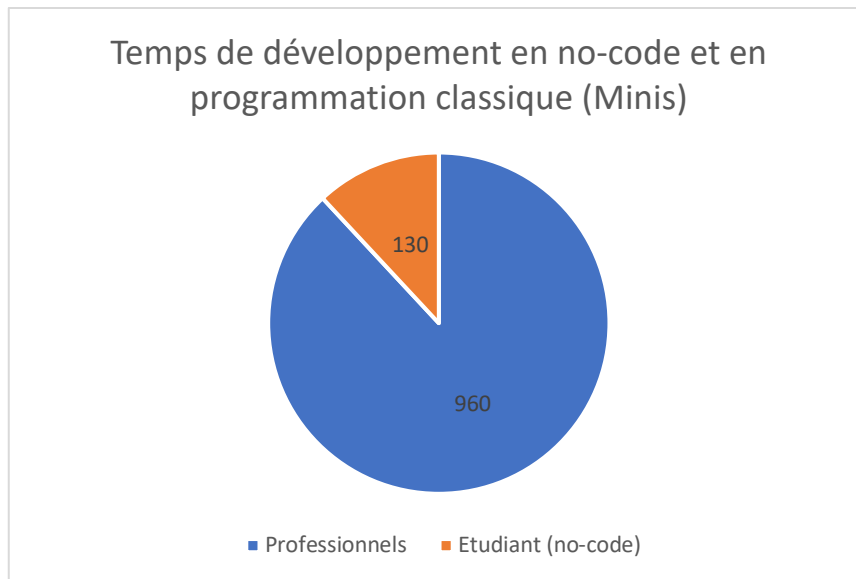


Figure 28. temps de développement de Minis en no-code et en programmation classique

3.2.4 Observations

- La principale limite mise en lumière durant le développement de l'application est le manque de liberté de développement. L'outil no-code utilisé simplifie le développement de fonctionnalités de base, telles que la création d'une page de 'login' ou encore la création d'une base de données relationnelle. Par contre, l'outil ne permettait aucune souplesse, en dehors de ces fonctionnalités de base. Un exemple : la création d'un système de calculs complexes. Les retours des testeurs stipulaient la nécessité de créer un score, lié au taux de CO₂ épargné par les bonnes actions des utilisateurs. Cette fonctionnalité n'a pas pu être mise en place de manière optimale à cause du degré trop élevé de personnalisation requis.
- La SaaS, âgée pourtant de trois ans au moment de l'utilisation, faisait preuve d'un certain nombre de dysfonctionnements.
 - L'apparition conditionnelle de certaines images ne se déroulait pas comme prévu, voire pas du tout.
 - En outre, les calculs mesurant le score des utilisateurs n'étaient pas systématiquement corrects.
 - Enfin certains boutons ne fonctionnaient pas.

Ces dysfonctionnements, bien que rares et peu nombreux, représentaient un réel obstacle pour moi-même. La réparation de problèmes liés à la plateforme de no-code était énergivore et chronophage pour plusieurs raisons :

- D’abord, parce-que les solutions aux dysfonctionnements de la plateforme ne comparaissent que rarement dans les forums d’entraide des développeurs. Même si certains développeurs ont pu rencontrer des problèmes similaires, rares sont ceux qui en ont identifié les causes.
- La résolution des problèmes était de systématiquement supprimer le travail effectué, afin de pouvoir recommencer à zéro, en espérant que le dysfonctionnement disparaisse, ce qui arrivait régulièrement. Ce constat d’un résultat aléatoire, accentue l’incertitude et le manque de confiance par rapport à l’outil.
- Le fait que les problèmes émanent d’une partie tierce (le fournisseur de l’outil LCNC) accentue la complexité de la résolution.
- Bien que je sois, en tant qu’étudiant, le public cible des outils LCNC, j’ai éprouvé des difficultés à estimer le temps nécessaire pour le développement de certaines parties de l’application. Même si c’était une première utilisation, cela peut être considéré comme une faiblesse de ce genre d’outil. En effet, tous les projets nécessitent une estimation approximative du temps de travail, qui est une donnée clef. Dans ce cas, même si le temps presté n’était pas facturé, son estimation était indispensable à l’équipe pour informer les testeurs du délai nécessaire avant de voir certaines fonctionnalités apparaître sur l’application. Le respect de ce délai reflétant le professionnalisme de l’équipe, il était primordial de s’y tenir. Or avec ce genre d’outil il est rare de trouver de l’information sur la quantification du temps nécessaire à la réalisation d’un projet ou d’une partie de projet.

3.3 Développement en NC d’une plateforme de rencontre pour étudiants : Friendle

3.3.1 Description du projet

- Période : entre juillet 2021 et septembre 2021
- Réalisé en collaboration avec l’entreprise de consultance digitale Wequity, composée d’étudiants. Le client à l’origine de l’application mobile est M. Cédric Ray Moric,

- Type de produit : application mobile
- L'objectif : aider les étudiants à se rencontrer durant la pandémie de Covid-19, en créant un environnement digital, stimulant les échanges.
- L'entièreté du développement s'est faite à l'aide du SaaS Américain « Adalo ».



Figure 29. logo de l'application mobile Friendle

3.3.2 Déroulement de l'expérience

- Le cahier des charges de l'application a été réalisé par le client initiateur de l'application Friendle, M. Cédric Ray Moric (liste de requêtes initiales en annexe).
- Le client s'est adressé à la société de consultance digitale Wequity, après l'avoir sélectionnée sur internet.



Figure 30. logo de Wequity

- Il n'y a pas eu d'examen préalable du marché, le choix de l'outil Adalo s'imposant de manière évidente.
- La plateforme fut initialement développée (53 heures de prestations) par l'entreprise Wequity, qui fit appel à moi pour terminer le projet (voir annexe 5).
- L'application a été entièrement développée grâce à l'outil no-code Adalo. Tant Wequity que moi-même avaient l'expérience de l'outil Adalo.

Lors de la réalisation du projet Friendle, l'outil Adalo s'est avéré d'utilisation « simple » et « conforme » aux attentes du développeur pour les fonctionnalités standard. La figure 31 illustre la réalisation du wireframe issue de son utilisation.



Figure 31. aperçu des wireframes (sur l'outil NC Adalo) de l'application mobile Friendle

- Le projet s'est déroulé en deux phases. Le cahier des charges du client ayant évolué, une première version livrée a été jugée trop succincte. La deuxième phase a consisté à ajouter des fonctionnalités répondant aux requêtes du client. Celle-ci a été prise en main par moi-même.

- La version finale de l'application a été publiée sur 'Apple Store' ainsi que sur 'Google Play'.
- La première phase a nécessité 53 heures de développement NC. La deuxième phase a nécessité 35 heures de développement NC. Les démarches liées à la publication ont nécessité un supplément de 10 heures (voir annexe 6).

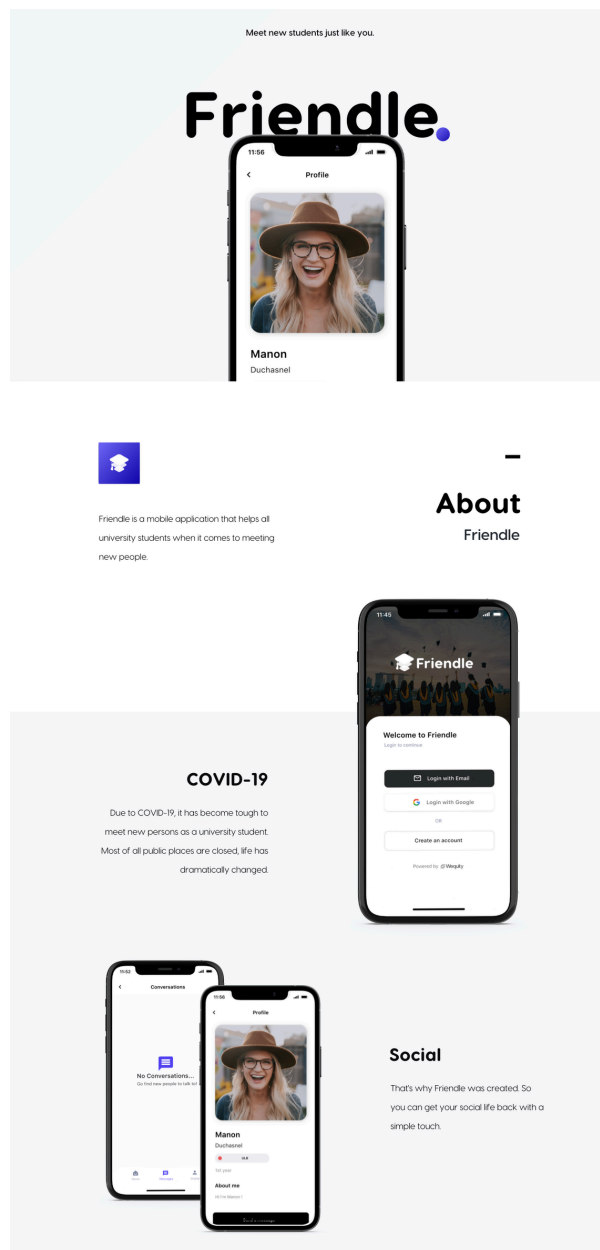


Figure 32. bannière de présentation Friendle

3.3.3 Comparaison programmation no-code / programmation par codage

Hypothèses de travail pour le calcul comparatif :

- Le temps alloué à la communication et aux réunions avec le client (process design), estimé à 80 heures par Quillok, a été neutralisé dans les deux processus de développement. En effet, le temps passé en process design est identique, que ce soit du LCNC ou de la programmation par codage.
- Le nombre d'heures estimé par Quillok comprend la publication de l'application. Le temps consacré à la publication par moi-même est de 10 heures (comme mentionné plus haut).
- Les prix proposés dans le devis sont exprimés en dollars Américains. Au vu du taux de change actuel entre le dollar et l'euro, nous convertirons les montants en euro

Friendle				
Developeurs	Temps/développeur	Nombre de développeurs	Temps total presté	Prix
Professionnels	480.00	2	960	60,000.00 €
Etudiant (no-code)	98.00	1	98	pas d'application
Prix horaire moyen/développeur	62.50 €			

Figure 33. bilan des heures de travail estimées et nécessaires au développement du projet Friendle par des professionnels et par un étudiant

En partant de ces hypothèses, le développement no-code s'est déroulé 9,80 fois plus rapidement que le temps estimé par l'entreprise Quillok pour coder la même problématique. De plus le développement traditionnel, nécessite deux développeurs professionnels, dont les prix varient entre 55 et 70 dollars de l'heure. Le prix total du développement de la plateforme par des développeurs-codeurs professionnels est donc estimé à 60.000 € HT.

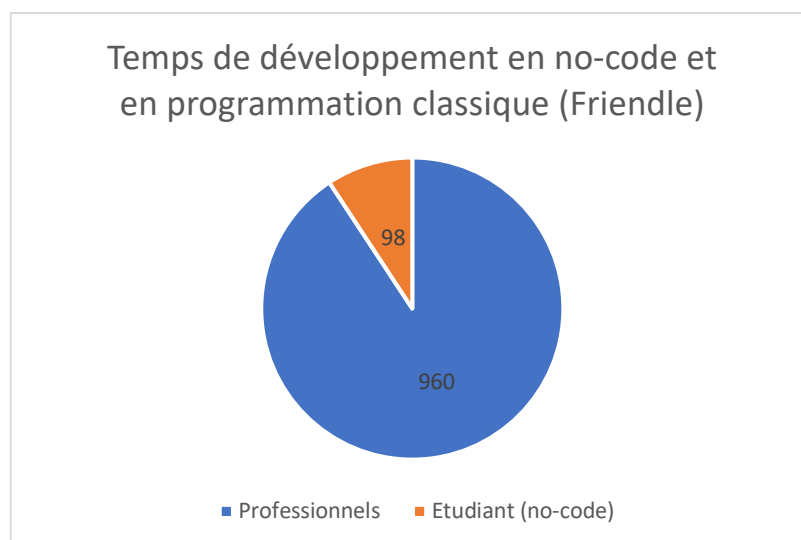


Figure 34. temps de développement de Friendle en no-code et en programmation classique

3.3.4 Observations

- La sous-estimation du temps nécessaire au développement de certains aspects du projet a été pénalisante à plus d'un titre :
 - Non-respect des délais par rapport au client.
 - Impact sur les TimeSheet d'autres projets.
 - Écart important entre le montant facturé, lié au devis initial, et le temps de travail réellement presté.
- Certaines fonctionnalités prévues au cahier des charges ont été partiellement adaptées, afin de coïncider avec celles permises par l'outil. Malgré cela, le client s'est déclaré satisfait du résultat. Il en ressort que le degré d'exigence du client peut être une donnée importante dans le choix de ce type d'outil. Celui-ci induit un certain degré de flexibilité sur l'approche de certaines fonctionnalités.
- Lors de la publication de Friendle sur Google Play et sur l'Apple store, un problème de décalage est survenu entre la modélisation visuelle présentée par l'outil NC et celle compilée par ces deux plateformes d'applications. La résolution de cette incohérence s'est avérée chronophage, car hors de mon contrôle. Il a fallu modifier et republier une à une les composantes de l'application, afin d'identifier le problème.
- La publication d'une application requiert un contrôle manuel de la part de l'entreprise hébergeante (Apple Inc. ou Alphabet). Par conséquent, il convient de prévoir dans un délai donné au client, un temps d'attente d'un jour à une semaine entre la publication du développeur et la validation de la plateforme. La validation de l'application n'est cependant jamais garantie.

3.4 Développement en LC d'un logiciel de déploiement de flotte automobile d'entreprise

3.4.1 Description du projet

- période entre février 2022 et mai 2022
- Réalisé par moi-même au sein du « startup studio » Lab Box SA. Lab Box SA est constitué d'une équipe de direction et d'une équipe de développement informatique (le Digital Studio), au total environ 15 employés à l'époque. Filiale et incubateur d'idées

pour la D'Ieteren SA, l'entité chapeaute et aide plusieurs entreprises actives dans le secteur de la mobilité durable. Le logiciel développé par moi-même est destiné à l'entreprise Mobvious.



Figure 35. le logo de Lab Box SA (à gauche), la bannière de présentation du site web de Mobvious (à droite)

- Type de produit : webapp et application mobile
- Objectif : servir de support à une entreprise de “services de jockey pour les concessionnaires automobiles ou pour la division flotte et leasing de leurs clients”. Cette “plateforme digitale de chauffeurs à la demande” gère les disponibilités d’une équipe de chauffeurs ainsi que leurs rotations nécessaires pour les déplacements des véhicules des clients.
- L’entièreté du développement informatique s’est faite à l’aide du SaaS Américain « Retool ». A noter que d’autres outils préexistants dans le projet ont été sollicités, tels que N8N (LC) et Airtable (NC).



Figure 36. le logo « Retool »

3.4.2 Déroulement de l'expérience

- Le cahier des charges est défini par l'entreprise Mobvious en collaboration avec le Digital Studio de Lab Box SA (liste de requêtes initiales en annexe). Celui-ci est de

nature évolutive dans la mesure où des réunions hebdomadaires sont organisées, afin d'en redéfinir les contours.

- S'agissant d'une application complexe, caractérisée par un degré de personnalisation élevé et une communication indispensable entre les multiples bases de données des clients, le choix s'est orienté vers la solution LC.
- Le LC permettant le codage de certains composants, des connaissances de bases en langages Javascript, HTML et SQL sont requises.
- Afin de trouver l'outil idéal pour le développement de l'application, je me suis basé sur les critères suivants :
 - l'outil bénéficie d'une communauté importante qui prône l'entraide (nombre de questions posées, réponses apportées par les utilisateurs ainsi que par les gestionnaires de l'outil)
 - existence d'une documentation explicative exhaustive
 - possibilité de contact avec le service client de l'outil en cas de blocage ou de dysfonctionnement
 - possibilité de codage de certains composants, afin de garantir un degré de personnalisation maximum
 - minimum deux années d'existence
- Après avoir confronté les différents outils LC retenus (Bubble, DronaHQ, Jetadmin, Retool) aux impératifs de la programmation du projet, j'ai sélectionné l'outil Retool. Malgré les sept jours de formation requis pour son utilisation par moi-même, certains aspects (carte interactive) ont nécessité l'intervention d'un développeur-codeur professionnel.

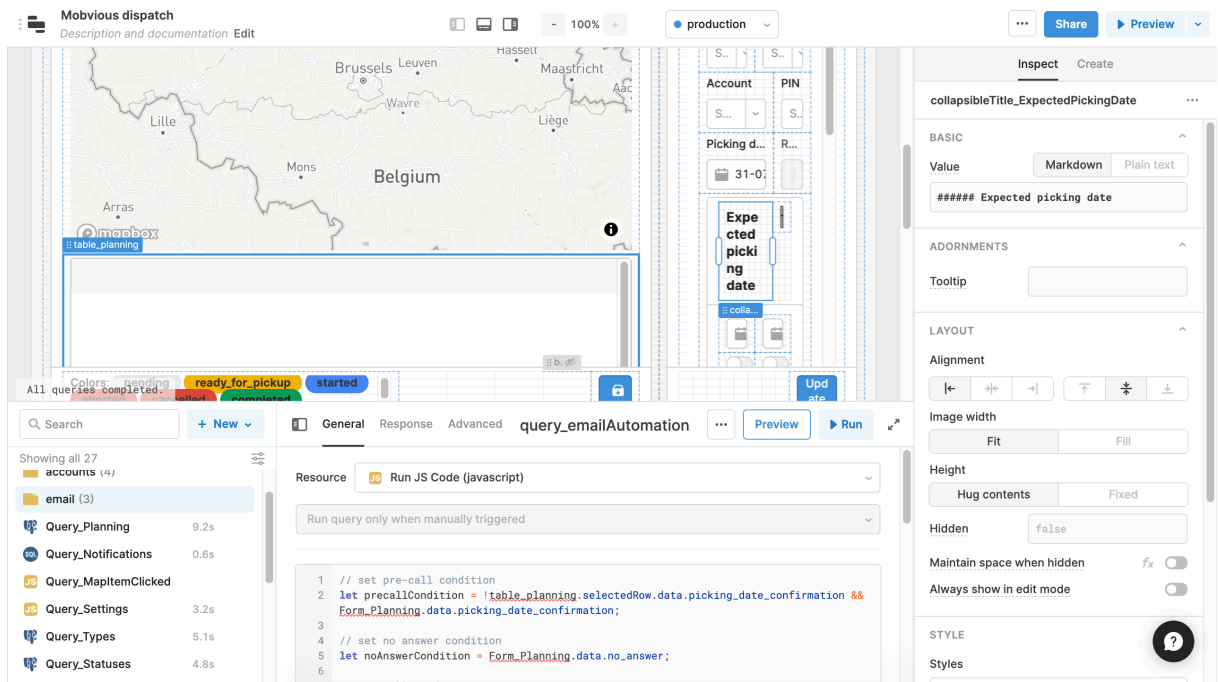


Figure 37. aperçu du développement de Mobvious dispatch (sur l’outil LC Retool)

- La sélection de l’outil susceptible de répondre au mieux aux impératifs du projet a entraîné la perte de nombreuses journées de travail (39 jours) proportionnellement au temps consacré à la réalisation de l’application (25 jours).

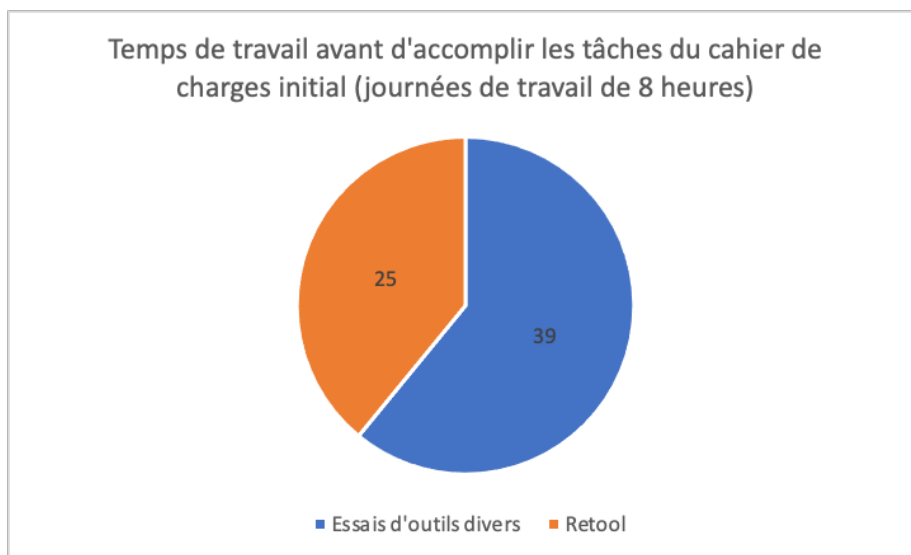


Figure 38. différence entre le temps octroyé à l’essai de divers outils et le temps octroyé au développement du projet

- Retool n’est pas le seul outil LCNC utilisé pour la réalisation de Mobvious.
 - L’outil LC N8N, qui gérait déjà la communication entre les bases de données du client a dû être intégré dans le projet.

- Une méta-base de données a été préalablement développée sur Airtable (outil NC), fusionnant toutes les informations provenant de l'ensemble des bases de données.

The screenshot shows the Airtable interface for a workspace named 'Moves'. The top navigation bar includes 'Data', 'Automations', and 'Interfaces'. Below this, there are tabs for 'Moves', 'Move Events', 'Executions', 'drivers', and 'accounts'. The main area displays a grid view of data with columns: ID, Timestamp, Summary, Action, Move, Notes, and started. The 'Summary' column is mostly redacted with grey bars. The 'Action' column contains various colored icons (green, purple, blue) and text like 'm...', 'a...', 'd...'. The 'Move' column contains numbers like '2', '3', '4'. The 'started' column contains a '#' symbol.

ID	Timestamp	Summary	Action	Move	Notes	started
1	2023-04-20	[Redacted]	m... c	2		
2	2023-04-20	[Redacted]	m... c	2		
3	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
4	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
5	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
6	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
7	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
8	2023-04-20	[Redacted]	m... c	2		
9	2023-04-20	[Redacted]	m... c	2		
10	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
11	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
12	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
13	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
14	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		
15	2023-04-20	[Redacted]	b... s	2		
16	2023-04-20	[Redacted]	k... a	2		

Figure 39. aperçu de la méta-base de données (sur l'outil NC Airtable)

- Le développement du logiciel de déploiement de la flotte n'a pas nécessité de publication sur les plateformes d'application, puisque non-destiné au grand public. Celui-ci était immédiatement disponible en ligne pour les utilisateurs.
- Le développement de l'application web Mobvious, dans son intégralité, a nécessité 502 heures de développement et 10 heures de réunion, soit 512 heures au total.

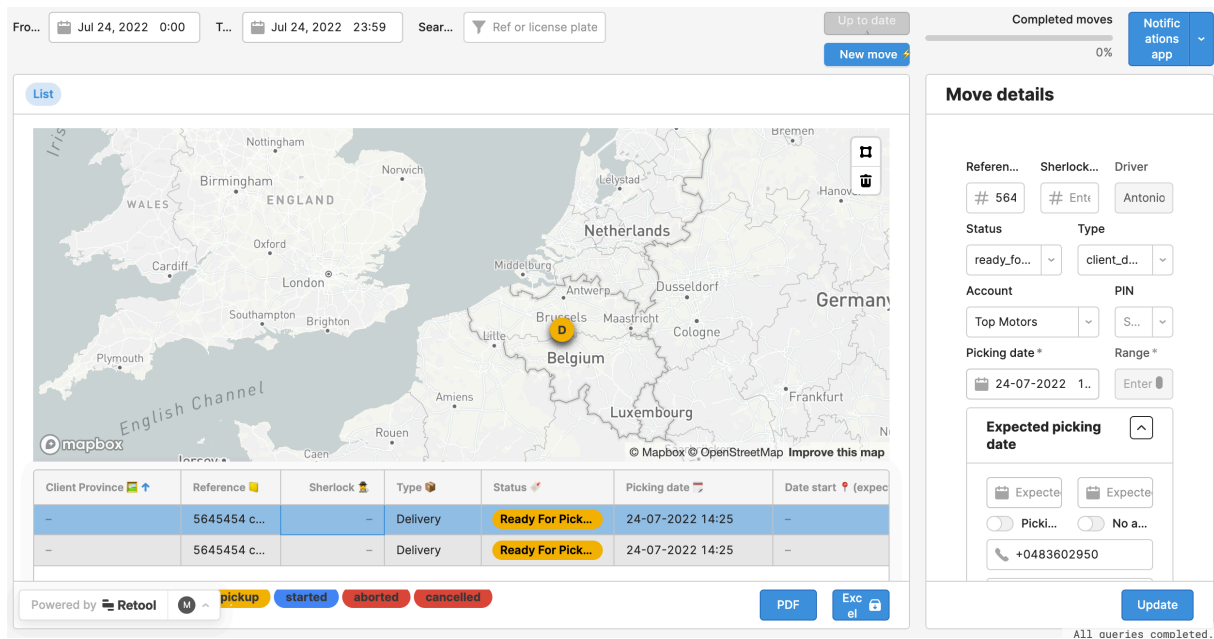


Figure 40. logiciel de déploiement de flotte automobile Mobvious

3.4.3 Comparaison programmation low-code / programmation par codage

Hypothèses de travail pour le calcul comparatif :

- Le temps alloué à la communication et aux réunions avec le client (process design) a été neutralisé dans les deux processus de développement. En effet, le temps passé en process design est identique, que ce soit du LCNC ou de la programmation par codage.
- La recherche de l'outil idéal ainsi que le temps alloué à apprendre les langages de programmation (Java Script et SQL) augmentent considérablement mon temps de travail.
- Les prix proposés dans le devis sont exprimés en dollars Américains. Au vu du taux de change actuel entre le dollar et l'euro, nous convertirons les montants en euro.

Mobvious dispatch				
Developpeurs	Temps/développeur	Nombre de développeurs	Temps total presté	Prix
Professionnels	640.00	2	1,280	80,000.00 €
Etudiant (no-code)	502.00	1	502	pas d'application
Prix horaire moyen/développeur	62.50 €			

Figure 41. bilan des heures de travail estimées et nécessaire au développement du projet Mobvious par des professionnels et par un étudiant

En partant de ces hypothèses, le développement low-code s'est déroulé 2,55 fois plus rapidement que le temps estimé par l'entreprise Quillok pour coder la même problématique. De plus le développement traditionnel a nécessité deux développeurs professionnels, dont les prix varient entre 55 et 70 dollars de l'heure. Le prix total du développement de la plateforme par des développeurs-codeurs professionnels est donc estimé à 80.000 € HT.

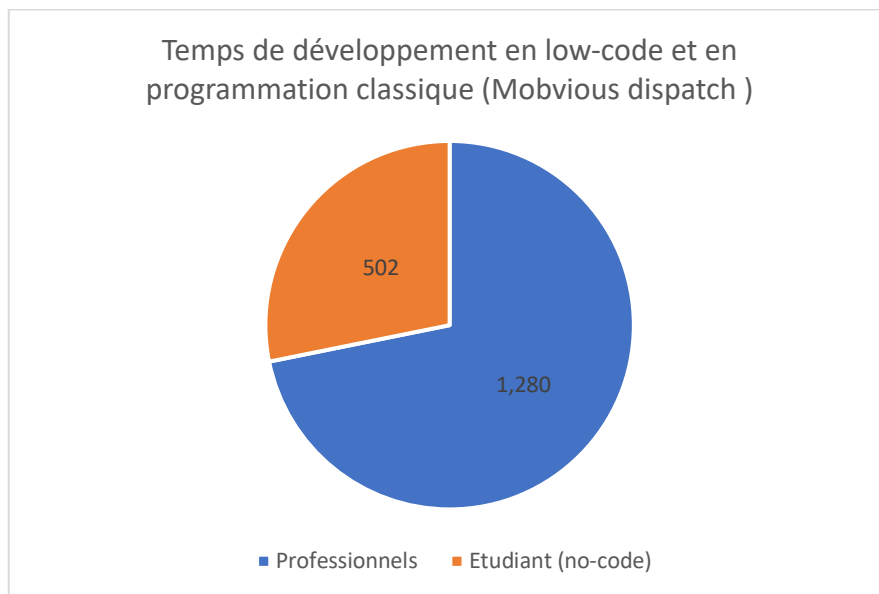


Figure 42. temps de développement de Mobvious dispatch en low-code et en programmation classique

3.4.4 Observations

- Diagnostiquer, ex ante, le degré d'adéquation d'un outil avec les fonctionnalités requises par le cahier des charges s'est avéré compliqué. Seul un diagnostic de surface peut être effectué lorsqu'on compare les différents outils dans la phase préliminaire du projet. Si il a contribué à écarter les outils les moins pertinents, le processus de sélection n'a pas suffi à déterminer parmi ceux retenus, l'outil le plus adéquat. Par trois fois, ce n'est qu'en cours de développement que je me suis rendu compte des lacunes rédhibitoires de l'outil sélectionné. Ce constat témoigne du manque d'informations à disposition des développeurs citoyens dans le domaine du LCNC. Si seuls l'essai pratique ou une connaissance approfondie de l'outil permettent d'en déterminer le potentiel ou les limites, il s'agit d'une faiblesse de l'alternative LCNC.
- L'expérience vient confirmer que le LC, contrairement au NC, nécessite un niveau de connaissance minimum de certains langages informatiques. Cette technologie est donc principalement destinée aux utilisateurs ayant une formation en développement

informatique. L'efficacité de l'outil LC est moindre lorsque l'utilisateur est un développeur citoyen non formé. A l'inverse, l'outil LC augmente l'efficacité d'un développeur professionnel, dont la programmation se voit prolongée par les fonctionnalités inhérentes à l'outil.

- Les trois premiers outils de développement LC utilisés ne me laissaient pas assez de liberté de développement. Certaines fonctionnalités, impérativement requises par le cahier des charges, ne pouvaient être ajoutées, rendant le logiciel caduc. A chaque fois, avec Bubble, Jetadmin et DronaHQ, le développement de la carte interactive fut le point de rupture. Cela a inévitablement mené à un changement d'outil, nécessitant de reprendre le développement à zéro. Cela induit l'impossibilité de respecter les délais annoncés aux clients, étant donné les 39 jours perdus dans des voies sans issues.
- Une fois l'outil LC idéal identifié, la rapidité de développement est soutenue. En 25 jours de développement, l'entièreté des tâches du cahier des charges initial a pu être implémentée. Une solution entièrement développée par codage aurait nécessité 160 jours selon la société Quillok.

3.5 Minis, Friendle, Mobvious : analyse globale

3.5.1 La technologie LCNC est-elle une alternative efficace par rapport à une solution codée par des développeurs professionnels en termes de temps de développement ?

Partant du principe que le résultat (produit livré au client) est similaire en termes de qualité, il ressort des trois projets examinés dans la partie précédente que la solution LCNC est beaucoup plus rapide. Pour cela nous nous basons sur les temps de développement observés dans le cadre des trois expériences. Notre indicateur principal est le ratio de comparaison:

$$\text{Ratio de comparaison} = \frac{T_c}{T_{lcnc}}$$

- T_c = le temps (heures) dédié au développement d'un produit par un développeur professionnel par codage traditionnel, à résultat donné (mon résultat obtenu en codage LCNC).

- T_{LCNC} = le temps (heures) dédié au développement par un développeur (l'étudiant) doté, au départ, de connaissances en développement nulles, utilisant les technologies LCNC, à résultat donné (mon résultat obtenu en codage LCNC).

En calculant l'évolution du ratio entre mon temps de développement en utilisant les outils LCNC et celui des développeurs professionnels, nous obtenons la courbe présentée sur la figure 43.

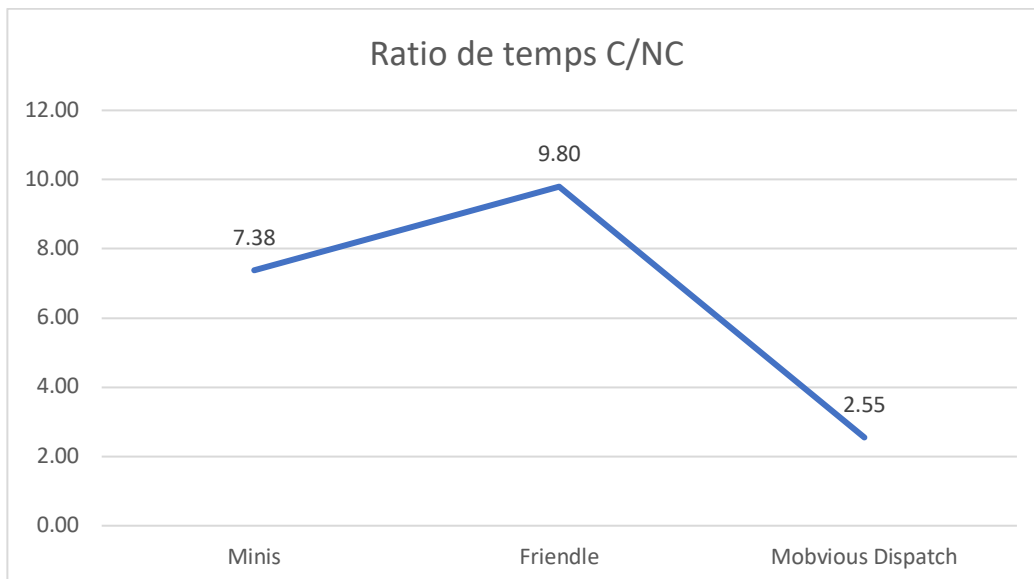


Figure 43. évolution du ratio de comparaison

Il ressort de cette courbe :

- la positivité du ratio de comparaison pour les trois projets. Cela signifie que de manière systématique le temps nécessaire au développement classique en code par des développeurs professionnels était nettement supérieur au temps requis avec les solutions LCNC.
- L'apprentissage rapide des outils NC (dans ce cas Adalo par moi-même) se traduit en un gain d'efficacité spectaculaire. Il suffit d'examiner la progression du ratio entre Minis et Friendle supérieure à deux points, alors que la complexité du projet était jugée identique par Quillok.
- Si on voulait se concentrer uniquement sur le temps nécessaire à la programmation de la solution, le ratio du troisième projet ne serait pas de 2,55 mais plutôt de 6,53 (1280h/196h). En effet, contrairement aux deux premiers projets, pour lesquels l'outil Adalo s'est révélé adéquat, 39 jours ont été perdus en essais et erreurs d'outils dans le troisième projet. Il est intéressant de remarquer que pour ce dernier, malgré ce temps perdu,

la solution LC s'est avérée deux fois plus rapide que la solution avec codage par des développeurs professionnels.

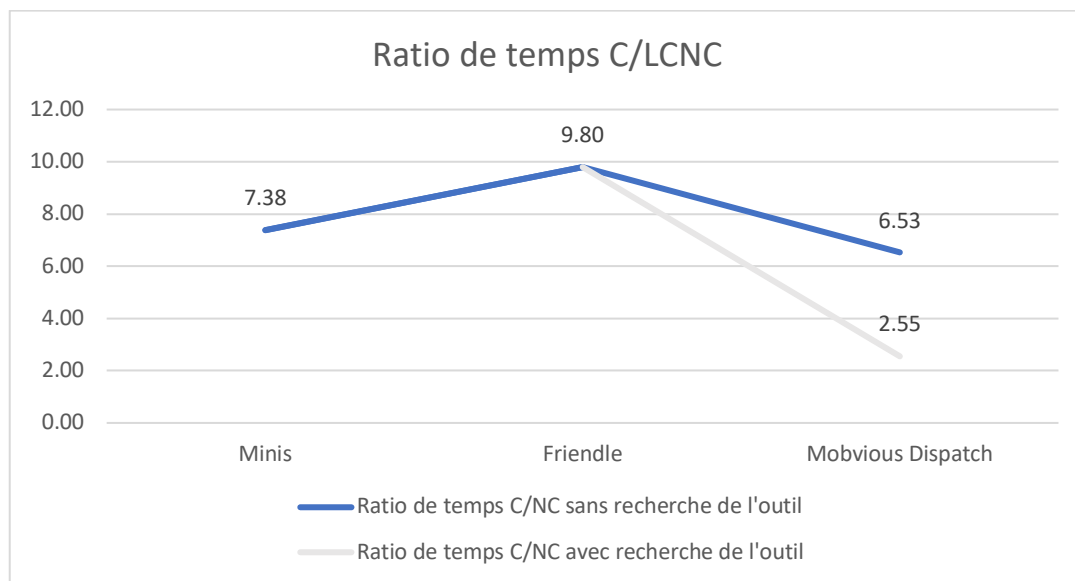


Figure 44. évolution des ratios, sans prise en compte du temps de recherche d'un outil LC pour le projet Mobvious

Dans ce graphique le ratio temps C/LCNC présente une plus grande homogénéité pour les trois projets. De cette homogénéité à un niveau élevé, nous pouvons induire que les performances des solutions LCNC justifient qu'elles soient prises en compte par les entreprises.

3.5.2 La technologie LCNC est-elle une alternative efficace par rapport à une solution codée par des développeurs professionnels en termes de coûts ?

Outre un rapport favorable aux solutions LCNC en termes de temps de programmation, il est important de s'intéresser au profil du personnel requis dans les deux alternatives.

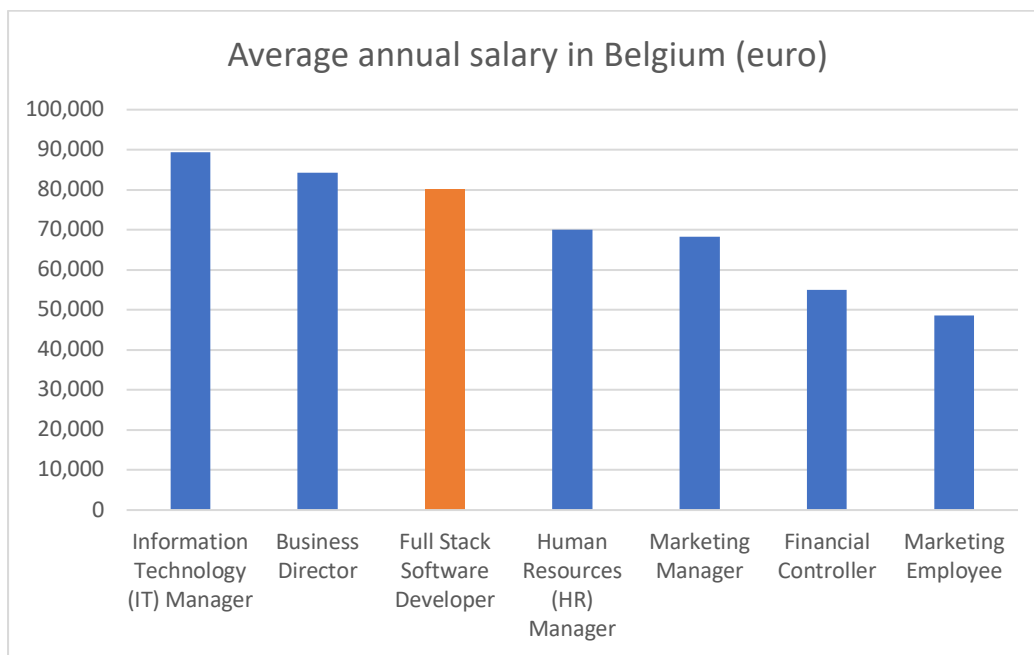


Figure 45. comparaison des salaires annuels en Belgique (payscale.com)

L'utilisateur d'un outil LCNC peut ne pas avoir de connaissances informatiques ou très peu. Pour la mise en place de pareils outils on peut donc recourir à des profils moins qualifiés et donc moins chers qu'un développeur professionnel. A titre d'exemple, dans une entreprise, cela pourrait être assuré par un employé marketing dont le salaire annuel représente environ 60% de celui d'un développeur professionnel. Au niveau du département IT (Information Technology) cela signifierait aussi que le recours aux outils LCNC permettrait d'en limiter significativement l'ampleur. L'approche de l'entreprise Cobepa (deux informaticiens à temps partiel) en est un exemple.

Par ailleurs, pour un développement en code externalisé avec des programmeurs professionnels, le taux moyen horaire de l'offre se situait à 62,50 USD. Les entreprises actives dans le LCNC, vu le profil moins spécialisé de leurs développeurs, sont très loin de ces montants. A titre

d'exemple, dans le cadre du projet Friendly, j'ai facturé un taux horaire de 30 € (facture en annexe).

A cela, il faut bien sûr ajouter le coût de l'abonnement aux outils LCNC. Ceux-ci sont très accessibles, surtout comparé au coût d'une structure IT complète pour une entreprise. A titre d'exemple, ci-dessous, le coût des outils LCNC utilisés pour les trois projets.

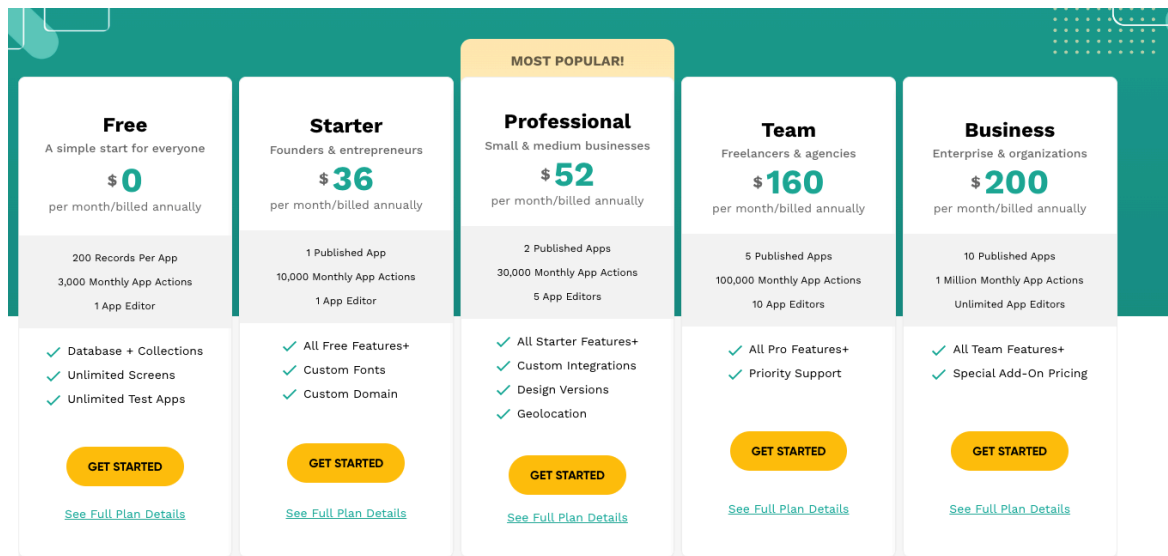


Figure 46. pricing de l'outil NC Adalo

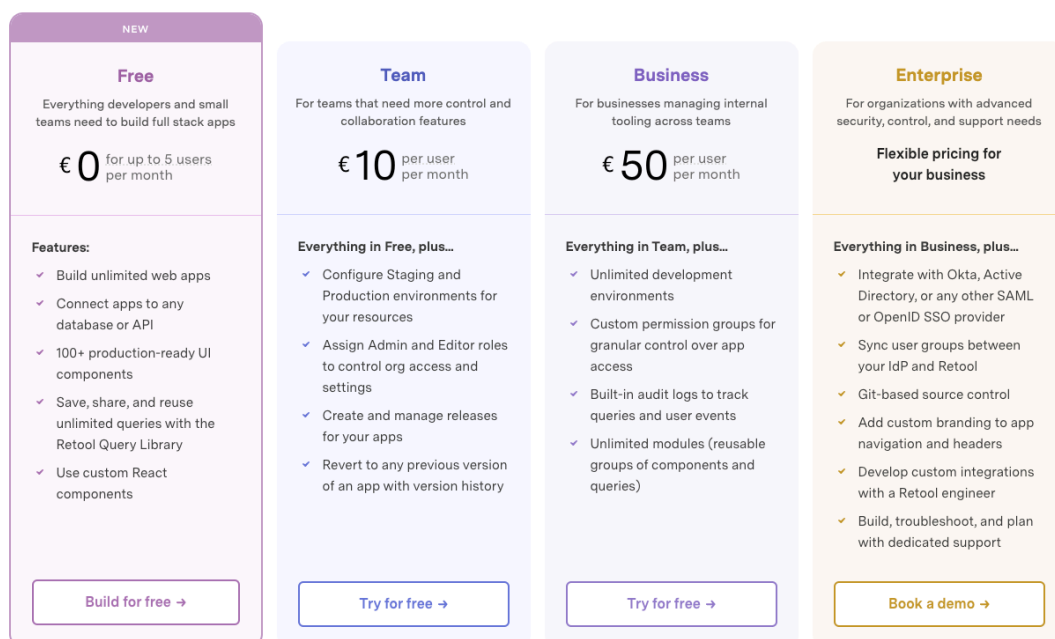


Figure 47. pricing de l'outil LC Retool

3.5.3 Potentiels d'amélioration des outils LCNC

Malgré le gain d'efficacité (expliqué dans les points précédents) permis par les outils LCNC, les trois expériences de cette étude révèlent un certain nombre de lacunes non rédhibitoires, liées à la faible maturité de certains de ces outils dont l'apparition est relativement récente.

3.5.3.1 Pauvreté de la documentation ou des informations disponibles

Étant donné le profil des utilisateurs de ce type d'outil (citoyen développeur) nous aurions pu en attendre une démarche du type « mode d'emploi et fonctionnalités » de meilleure qualité. En effet, si pour les fonctionnalités standard qui caractérisent l'outil, le manuel explicatif et les forums sont satisfaisants, dès qu'il s'agit de le personnaliser d'avantage (calculs plus complexes) ou de l'adapter à certaines infrastructures IT préexistantes (bases de données), l'information s'avère lacunaire voire inexistante.

Cela a pour résultat de rendre la sélection d'un outil complexe et incertaine. Mais surtout, une fois l'outil choisi, outre la perte de temps que cela induit au niveau de la programmation, le développeur se trouve dans l'incertitude quant à faisabilité de son travail. Les voies sans issues obligent alors à changer d'outil et à reprendre la problématique à zéro.

3.5.3.2 Difficulté à estimer le temps nécessaire à la réalisation du projet

La difficulté à estimer le temps nécessaire à la réalisation du projet découle naturellement du constat précédent. Elle est accentuée par le profil de l'utilisateur, dont l'expérience de l'outil est généralement faible, voire inexistante combinée à des connaissances informatiques souvent rudimentaires.

Si les délais de réalisation donnés par des programmeurs en code expérimentés contiennent fréquemment une surestimation de sécurité, les programmeurs LCNC tendent à faire l'inverse, mis en confiance par la facilité apparente de l'outil LCNC.

Il en découle un risque au niveau de la rentabilité des développeurs LCNC, si le montant prévu dans le devis initial s'écarte de manière trop importante du cout réel en temps de programmation.

3.5.3.3 Présence de dysfonctionnements dans certains outils LCNC

En plein expansion, le marché LCNC s'attaque aujourd'hui à tous les aspects de l'entreprise. Des fournisseurs et des outils apparaissent, partout dans le monde. Il est difficile pour un développeur citoyen d'estimer leur degré de maturité. Certains contiennent encore des « défauts de jeunesse » c.a.d. des dysfonctionnements de programmation. La résolution de ceux-ci est complexe, puisque hors de contrôle du développeur et elle augmente les délais de livraison du produit.

3.5.3.4 Impact de l'outil sur le cahier des charges et le client

Même les outils LCNC présentent une souplesse certaine pour être adaptés et personnalisés, leur caractère standard requiert parfois aussi de la « souplesse » dans le chef du client.

Cela peut se traduire par des compromis (calculs ou l'interface visuelle adaptés...) à négocier au cas par cas avec le client. L'adaptabilité du cahier des charges est donc une variable fréquemment rencontrée dans le développement LCNC.

Dans cette dynamique de souplesse, le rapport de force entre le client et le fournisseur de solution LCNC est un facteur clef. L'exemple du choix par D'Ieteren de l'outil CRM du Belge Selligent préféré à la solution Salesforce au début des années 2000, illustre ce propos. Le canevas rigoureux du processus de vente imposé par l'usine Volkswagen ne permettait aucune souplesse. L'importance de D'Ieteren comme client a forcé Selligent à adapter son offre standard. Vu la stature internationale de Salesforce, cette exigence n'avait aucune chance d'aboutir. Ce constat de l'importance du rapport de force, apparaît aussi dans le choix de l'entreprise Cobepa pour son fournisseur ESG (Environment, Social and gouvernance).

Cependant, le rapport de force n'est pas uniquement l'apanage des solutions LCNC. Comme en témoigne l'analyse de Mediamarketing confirmée par l'expérience de Thibaut Cardinael, « CRM et digital program manager chez D'Ieteren », lorsqu'il s'agit de solutions codées, le rapport de force apparaît aussi entre le département IT et son département client dans l'entreprise. Les priorités respectives ne sont pas les mêmes et chacun cherche à imposer les siennes. La sécurité, l'homogénéité, l'intégrité des données, et l'arbitrage dans la rentabilité des différentes demandes internes sont les visions du département informatique. Adaptabilité,

rapidité et innovation sont les priorités du département marketing. C'est d'ailleurs une des raisons pour lesquelles ces derniers ont de plus en plus recours à des solutions LCNC, pour s'affranchir au maximum du département IT.

Chapitre 4 : Conclusions

Pour l'Union Européenne, la croissance de son marché, la transition écologique et la transition numérique passent par les PME. Le nombre impressionnant de mesures mises en place pour permettre à celles-ci de se développer en témoigne. Ces mesures sont justifiées pour compenser les déficits en termes de compétitivité rencontrés par ces entreprises. Outre le fait de faciliter les démarches administratives, elles visent entre autres à faciliter l'accès au capital, au personnel formé et aux technologies de pointe.

Si l'on reprend les avantages apparus dans l'utilisation des outils LCNC, on se rend compte que ceux-ci, à leur manière, témoignent d'un parallélisme étonnant avec les démarches mises en place par l'Union Européenne en les renforçant. En d'autres mots, elles aussi permettent de compenser les déficits en termes de compétitivité rencontrés par les PME.

- Prenons la problématique de l'accès au capital. En dispensant ces structures plus fragiles d'investir dans une infrastructure informatique lourde, elles diminuent leurs besoins en capitaux. Leurs moyens financiers sont consacrés essentiellement à leur core business. Ce faisant, ces entreprises peuvent présenter un bilan plus équilibré avec des coûts maîtrisés, ce qui doit leur permettre d'obtenir plus facilement de nouveaux financements en cas de croissance.
- Il en va de même pour l'accès au personnel formé. Dispensées d'engager à temps plein des profils rares et chers de développeurs informatiques, les PME profitent de ces compétences présentes chez les fournisseurs d'outils LCNC. De plus, le principe du citoyen codeur pour leur mise en place dans l'entreprise, signifie que n'importe quel collaborateur peut suivre le projet et l'implémenter. Il s'agira souvent d'un employé de la division cliente (finance, marketing, ...) avec l'avantage non-négligeable de ce lien direct.
- Enfin, les fournisseurs de solutions LCNC représentent pour les PME l'accès direct par excellence aux technologies de pointe dans le domaine numérique. Les produits les plus avancés du monde digital sont la boîte à outil des entreprises LCNC. Leur survie dépend de leur aptitude à les intégrer dans leurs solutions clients.

Lorsque l'on parle ci-dessus des déficits en termes de compétitivité pour les PME, cela se mesure par comparaison avec les grandes entreprises. Malgré certaines faiblesses liées à la nature ou à la maturité de l'outil, il est urgent que les PME se rendent compte que les avantages

des solutions LCNC en font une alternative crédible et efficace sous peine de perdre en compétitivité. Pour preuve, le nombre important de grandes entreprises ayant recours à celles-ci (voir tableau ci-dessous qui ne concerne que l’outil Retool).



Figure 48. entreprises clientes de la solution LCNC Retool (Retool.com)

De manière plus fondamentale, ce domaine du LCNC en pleine expansion, ne doit pas être considéré uniquement sous l’angle de l’outil. Pour les PME, il peut représenter un marché porteur dans un secteur d’avenir. Cette vision est partagée par l’Europe, qui a pour ambition de « se positionner en tant que leader mondial pour configurer l’économie numérique » (Commission Européenne, 2020).

Bibliographie

- A. Sahay, A. Indamutsa, D. Di Ruscio, & A. Pierantonio. (2020). Supporting the understanding and comparison of low-code development platforms. *2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, 171-178. <https://doi.org/10.1109/SEAA51224.2020.00036>
- Adalo. (s. d.). Adalo. <https://www.adalo.com/>
- Aho, A., Johnson, D. S., Karp, R. M., Kosaraju, S. R., McGeoch, C. C., Papadimitriou, C. H., & Pevzner, P. (1996). Emerging opportunities for theoretical computer science. *manuscript, October, 15*.
- Alvarez, S. A., & Barney, J. B. (2005). How do entrepreneurs organize firms under conditions of uncertainty? *Journal of management, 31(5)*, 776-793.
- Alves, R., & Nunes, N. J. (2016). Ceiling and threshold of paas tools : The role of learnability in tool adoption. In *Human-Centered and Error-Resilient Systems Development* (p. 335-347). Springer.
- Amit, R., & Zott, C. (2001). Value creation in e-business. *Strategic management journal, 22(6-7)*, 493-520.
- Anderson, E., & Weitz, B. A. (1986). Make-or-buy decisions : Vertical integration and marketing productivity. *Sloan Management Review (1986-1998)*, 27(3), 3.
- Andries, P., Debackere, K., & Van Looy, B. (2013). Simultaneous experimentation as a learning strategy : Business model development under uncertainty. *Strategic entrepreneurship journal, 7(4)*, 288-310.
- Angeriz, A., McCombie, J. S., & Roberts, M. (2009). Increasing returns and the growth of industries in the EU regions : Paradoxes and conundrums. *Spatial Economic Analysis, 4(2)*, 127-148.
- Appian. (s. d.). *Poor Collaboration Holds Back European Businesses' Digital Ambitions*. Consulté le 8 juin 2022, à l'adresse [The Origins of Startup Culture: How the Early Success Stories Shaped the Modern State of the Tech Industry](#)
- Audretsch, D. (2006). L'émergence de l'économie entrepreneuriale. *Reflète et perspectives de la vie économique, XLV(1)*, 43-70. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/rpve.451.70>
- Audretsch, D. B., & Keilbach, M. (2008). Resolving the knowledge paradox : Knowledge-spillover entrepreneurship and economic growth. *Research Policy, 37(10)*, 1697-1705.
- Autissier, D., Johnson, K., & Metais-Wiersch, E. (2018). Du changement à la transformation : Stratégie et pilotage de transformation. Dunod.
- Aytekin, T. (2021, août 9). *How Early-Stage Entrepreneurs Can Use No-Code to Their Advantage*. Entrepreneurs. <https://www.entrepreneur.com/article/376744>
- Azadegan, A., Dooley, K. J., Carter, P. L., & Carter, J. R. (2008). Supplier innovativeness and the role of interorganizational learning in enhancing manufacturer capabilities. *Journal of Supply Chain Management, 44(4)*, 14-35.
- Baumann Avocats. (s. d.). *Définition de Externalisation*. Consulté le 4 août 2022, à l'adresse <https://www.baumann-avocats.com/>
- Beekums. (s. d.). *Performance Vs Scalability*. Professor Beekums Blog. <https://blog.professorbeekums.com/performance-vs-scalability/>
- Beranic, T., Rek, P., & Heričko, M. (2020). *Adoption and Usability of Low-Code/No-Code Development Tools*. Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, University of Maribor.

https://media.proquest.com/media/hms/PFT/1/w6xLJ?_s=G%2BJPcvCltcJ2E3K3uulisDbfyxY%3D

- Bhasin, K. (2022, mars 1). *10 investors discuss the no-code and low-code landscape in Q1 2022*. TechCrunch. https://techcrunch.com/2022/03/01/10-investors-discuss-the-no-code-and-low-code-landscape-in-q1-2022/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xILmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAEI5LIgiqVn3P55qCKvm24IjmFd5NeO6zCS0ncU42gPhRs0N94SDZJK-yFFoW5vJcd0iACv-OprUIb4H98i4PzW46XcUspss_161CHfaOTqmXcMiCqrQbILFE1-8BU_ZTeDn6yuzYhpkvdty0HTtunF6XJLcCumPHyAB6Q6CN9t
- Bostrom, R. P., & Heinen, J. S. (1977). MIS problems and failures : A socio-technical perspective, part II: the application of socio-technical theory. *MIS quarterly*, 11-28.
- Brown, B., Chui, M., & James, M. (2011, octobre 1). *Are you ready for the era of 'big data'?* McKinsey Quarterly. <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/are-you-ready-for-the-era-of-big-data>
- Bruegel. (2012). *How can digitization transform the growth enhancing power of innovation*. <https://www.bruegel.org/event/how-can-digitization-transform-growth-enhancing-power-innovation>
- Burden, A. (2022, février 5). *Low-code/no-code could reshape business innovation*. VentureBeat. <https://venturebeat.com/2022/02/05/low-code-no-code-could-reshape-business-innovation/>
- Burrows, M. (s. d.). *Why is data important for your business?* The Consultancy Group. Consulté le 12 juin 2022, à l'adresse <https://www.consultancygroup.com/blog/2021/10/why-is-data-important-for-your-business?source=google.com>
- Business Insider India. (2020, novembre 19). *Digitization : Key to transforming your business in today's time*. <https://www.businessinsider.in/advertising/ad-agencies/article/digitization-key-to-transforming-your-business-in-todays-time/articleshow/79296755.cms#:~:text=Excellent%20Business%20Catalyst%3A, costs%20at%20a%20primary%20level.>
- Bygstad, B. (2015). The coming of lightweight IT.
- Chowdhary, K. (2020). On the evolution of programming languages. *arXiv preprint arXiv:2007.02699*.
- Commission Européenne. (2020). Une stratégie axée sur les PME pour une Europe durable et numérique (COM(2020) 103 final).
- Coraux, G. (2007). Infogérance : Les risques du mariage. *L'Expansion Management Review*, 127(4), 119-129. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/emr.127.0119>
- Corporate Finance Institute. (2022). *Make-or-Buy Decision*. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/strategy/make-or-buy-decision/>
- *Conception des langages de programmation*. (s. d.). Scriptol. Consulté 22 juin 2022, à l'adresse <https://www.scriptol.fr/programmation/langage-conception.php>
- Cybersecurity & Infrastructure Security Agency. (s. d.). *Software Bill of Material*. <https://www.cisa.gov/sbom>
- Datareportal. (s. d.). *Digital around the world*. Consulté le 6 juillet 2021, à l'adresse <https://datareportal.com/global-digital-overview#:~:text=There%20are%205.32%20billion%20unique,of%201.7%20percent%20per%20year>
- Di Ruscio, D., Kolovos, D., de Lara, J., Pierantonio, A., Tisi, M., & Wimmer, M. (2022). Low-code development and model-driven engineering : Two sides of the same coin?

Software and Systems Modeling, 21(2), 437-446. <https://doi.org/10.1007/s10270-021-00970-2>

- Djankov, S., & Zhang, E. (2021, février 27). *Startups boom in the United States during COVID-19*. Peterson Institute for International Economics. <https://www.piie.com/blogs/realtime-economic-issues-watch/startups-boom-united-states-during-covid-19>
- Emergen Research. (2021). No-code Development Platforms Market By Component (Platform, Service), By Application (Desktop & Server-based, Mobile-based, Web-based), By Organization Size (Large Enterprises, SMEs), By End-Use (Construction, Oil & Gas, Manufacturing, and Others), and By Region Forecast to 2028. <https://www.emergenresearch.com/industry-report/no-code-development-platforms-market>
- Erdem, S. (2021). *No-Code/Low-Code Statistics and Trends*. <https://userguiding.com/blog/no-code-low-code-statistics/>
- European Commission, & Directorate-General for Internal Market, I., Entrepreneurship and SMEs. (2017). *Guide de l'utilisateur pour la définition des PME*. Publications Office. <https://doi.org/10.2873/311206>
- Eurostat. (2022). *Archive: Statistics on small and medium-sized enterprises*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Statistics_on_small_and_medium-sized_enterprises&oldid=563999
- Ford, D., Cotton, B., Farmer, D., Gross, A., & Wilkinson, I. (1993). Make-or-buy decisions and their implications. *Industrial Marketing Management*, 22(3), 207-214.
- Gruber, M., MacMillan, I. C., & Thompson, J. D. (2008). Look before you leap : Market opportunity identification in emerging technology firms. *Management science*, 54(9), 1652-1665.
- Hendrickx, L. (2019, mars 5). *Digitalisation is the biggest challenge for SMEs*. SMEUNITED. <https://www.smeunited.eu/news/digitalisation-is-the-biggest-challenge-for-smes>
- Iberdrola. (s. d.). *Digital darwinism or how to survive the technological revolution*. Consulté 3 juin 2022, à l'adresse <https://www.iberdrola.com/innovation/digital-darwinism>
- Ingalls, S. (2021, septembre 21). *Digital Darwinism*. Webopedia. <https://www.webopedia.com/definitions/what-is-digital-darwinism/>
- Inman, A. (s. d.). *Make-or-buy decision*. Reference for Business. Consulté le 4 août 2022, à l'adresse <https://www.referenceforbusiness.com/management/Log-Mar/Make-or-Buy-Decisions.html>
- Invernizzi, P. (2021, mars 11). *Decoding the no-code / low-code startup universe and its players*. Medium. <https://pinver.medium.com/decoding-the-no-code-low-code-startup-universe-and-its-players-4b5e0221d58b>
- Ismail, M. H., Khater, M., & Zaki, M. (2017). Digital business transformation and strategy : What do we know so far. *Cambridge Service Alliance*, 10(1), 1-35.
- Jabraoui, S., & Boulahoual, A. (2018). Les facteurs déterminants du succès de l'entrepreneuriat au Maroc : Cas de la région de Casablanca. *Revue Marocaine de la Prospective en Sciences de Gestion*, 1.
- KBV Research. (2020). Global Low-Code Development Platform Market By Component (Platform and Services) By Application (Web-based, Desktop & Server-based and Mobile-based) By Deployment Type (On-premise and Cloud) By End User (BFSI, IT & Telecom, Healthcare, Retail & eCommerce, Government & Defense, Energy & Utilities,

- Manufacturing and Others) By Region, Industry Analysis and Forecast, 2020—2026. <https://www.kbvresearch.com/low-code-development-platform-market/>
- Kemp, S. (2022, janvier 26). *Digital 2022 : Time spent using connected tech continues to rise*. Datareportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2022-time-spent-with-connected-tech>
 - Khadka, R., Batlajery, B. V., Saeidi, A. M., Jansen, S., & Hage, J. (2014). *How do professionals perceive legacy systems and software modernization?* 36-47.
 - Khorram, F., & Mottu, J.-M. (2020). Challenges & opportunities in low-code testing. *Association for Computing Machinery*, 70, 10. <https://doi.org/10.1145/3417990.3420204>
 - Kratzke, N. (2014). Lightweight virtualization cluster how to overcome cloud vendor lock-in. *Journal of Computer and Communications*, 2(12), 1.
 - Küpper, D., Knizek, C., Zinser, M., & Spindelndreier, D. (2015, février 23). *Maximizing the Make-or-Buy Advantage*. BCG. <https://www.bcg.com/publications/2015/lean-manufacturing-sourcing-procurement-maximizing-make-buy-advantage>
 - LAICHI, A., BEDDAA, M., & EL BAKKOUCHI, M. (2022). L'entrepreneur : Approches et facteurs de réussite : Cas de la ville d'Er-Rachidia. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 3(3-2), 329-348.
 - Legris, P., Ingham, J., & Colletette, P. (2003). Why do people use information technology ? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, 40(3), 191-204. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00143-4](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00143-4)
 - Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
 - Lund, J. (2022, février 11). *How customer experience drives digital transformation*. SuperOffice. <https://www.superoffice.com/blog/digital-transformation/>
 - Marr, B. (2022). *How To Understand Your Customers And Their Needs With The Right Data*. <https://bernardmarr.com/how-to-understand-your-customers-and-their-needs-with-the-right-data/>
 - McIvor, R. (2009). How the transaction cost and resource-based theories of the firm inform outsourcing evaluation. *Journal of Operations management*, 27(1), 45-63.
 - Mediamarketing. (2019). *Marketing et technologie : Retour sur une relation amour—Haine*. https://mediamarketing.ma/article/ZAFABEBE/marketing_et_technologie_retour_sur_une_relation_amour_haine_.html
 - MJV Innovation. (2021). *The Impacts of 'Low Code/No Code Movement' in Your Business*. <https://www.mjvinnovation.com/blog/the-impacts-of-low-code-no-code-movement-in-your-business/#>
 - Moschuris, S. J. (2007). Triggering mechanisms in make-or-buy decisions : An Empirical Analysis. *Journal of Supply Chain Management*, 43(1), 40-49.
 - Narula, S. (2019, octobre 16). *Identity Puzzle in Customer Data Management*. Martechvibe. <https://martechvibe.com/analytics/the-identity-puzzle-in-customer-data-management/>
 - NowTeam. (2022). *Externaliser la maintenance informatique de votre entreprise*. <https://www.nowteam.net/externaliser-la-maintenance-informatique-de-votre-entreprise/>
 - Oltrogge, M., Derr, E., Stransky, C., Acar, Y., Fahl, S., Rossow, C., Pellegrino, G., Bugiel, S., & Backes, M. (2018). *The rise of the citizen developer : Assessing the security impact of online app generators*. 634-647.
 - Pega. (2020). *Adoption du développement low-code*. <file:///Users/Goat/Downloads/low-code-ebook-fr.pdf>

- *Plateforme digitale de chauffeurs à la demande.* (s. d.). Mobvious. Consulté 2 février 2022, à l'adresse <https://www.mobvious.me/>
- Prodi, R. (2002). For a new European entrepreneurship. Speech/02/49 delivered to the to the Instituto de Empresa, Madrid, 7.
- *Quel langage adapté?* (2012, mars 1). Openclassrooms. <https://openclassrooms.com/forum/sujet/quel-langage-adapte-38564>
- Quillok. (s. d.). Quillok. Consulté le 5 juillet 2022, à l'adresse <https://www.quillok.com/>
- Rabins, R. (s. d.). *Low Code Development Platforms -New Insights*. Consulté le 17 juin 2022, à l'adresse <https://www.alphasoftware.com/blog/low-code-development-platforms-new-insights>
- Rachinger, M., Rauter, R., Müller, C., Vorraber, W., & Schirgi, E. (2018). Digitalization and its influence on business model innovation. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Ravi, J. (s. d.). Low-Code / No-Code Market- Hype vs Reality. *Linkedin*. Consulté le 15 juin 2022, à l'adresse <https://www.linkedin.com/pulse/low-code-no-code-market-hype-vs-reality-ravi-joshi/>
- Retool. (s. d.). Retool. <https://retool.com/>
- Richardson, C., & Rymer, J. R. (2016). Vendor landscape : The fractured, fertile terrain of low-code application platforms. *FORRESTER, Janeiro*.
- Rodríguez, P., Haghghatkah, A., Lwakatare, L. E., Teppola, S., Suomalainen, T., Eskeli, J., Karvonen, T., Kuvaja, P., Verner, J. M., & Oivo, M. (2017). Continuous deployment of software intensive products and services : A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 123, 263-291. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.12.015>
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of political economy*, 94(5), 1002-1037.
- Sanchis, R., García-Perales, Ó., Fraile, F., & Poler, R. (2020). Low-Code as Enabler of Digital Transformation in Manufacturing Industry. *Applied Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/app10010012>
- Sarabyn, K. (s. d.). *What's Wrong with Low and No Code Platforms?* Pandium. Consulté le 17 juin 2022, à l'adresse <https://www.pandium.com/blogs/whats-wrong-with-low-and-no-code-platforms>
- Schuiling, I. (2020). Advanced Strategic Marketing (LLSMS2102).
- Schwarting, D., & Weissbarth, R. (2011). *Make or buy & Three pillars of sound decision making*. Booz & Company. <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/2002-2013/make-or-buy/strategyand-make-or-buy-sound-decision-making.pdf>
- Serrano, R. M., Ramírez, M. R. G., & Gascó, J. L. G. (2018). Should we make or buy ? An update and review. *European Research on Management and Business Economics*, 24(3), 137-148.
- Shepherd, A. (1999). Outsourcing IT in a changing world. *European Management Journal*, 17(1), 64-84. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(98\)00064-4](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(98)00064-4)
- Smith, L. (2019, mai 8). *How the no code movement is going to impact entrepreneurship*. Forward Partners. <https://forwardpartners.com/latest/how-no-code-movement-going-to-impact-entrepreneurship#:~:text=No%2Dcode%20tools%20significantly%20reduce.an%20eye%2Dwatering%2095%25>
- Solis, B. (2011). *Leadership In An Era Of Digital Darwinism*. <https://www.briansolis.com/2011/12/leadership-in-an-era-of-digital-darwinism/>

- Statista. (2021). *Volume of data/information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2025 (in zettabytes)*. <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>
- Urma, R.-G. (2017). *Programming language evolution* (UCAM-CL-TR-902; p. 129). University of Cambridge, Computer Laboratory. <https://doi.org/10.48456/tr-902>
- Urquhart, C., & Ravindranathan, M. (2006). Management Information Systems. *Journal of Documentation*.
- Uvaro. (s. d.). *The history of SaaS (Software as a Service)*. <https://uvaro.com/blog/history-of-saas#:~:text=It%20all%20started%20in%20March,the%20industry%20at%20%24123%20billion>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation : A review and a research agenda. *SI: Review issue*, 28(2), 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Waszkowski, R. (2019). Low-code platform for automating business processes in manufacturing. *13th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems IMS 2019*, 52(10), 376-381. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.060>
- Weill, P., & Woerner, S. L. (2013). Optimizing your digital business model. *MIT Sloan Management Review*, 54(3), 71.
- Wong, J., & Iijima, K. (2021, septembre 20). *Magic Quadrant for Enterprise Low-Code Application Platforms*. Gartner. https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-27IIPKYV&ct=210923&st=sb?utm_source=marketo&utm_medium=email&utm_campaign=Gartner-FR-2021-LCAP-MQ&mkt_tok=NzI5LVpZSC00MzQAAAGFgpcqITld0MthX6w-9dC_ckOk9oE1fEreHM9g2AyDQ8DR395YOW2qkgWvksgqMSGT4eGPMI6eDHdhQnbhYCVtPAQG42GATemZ7UJ1SE55qQQSoT4
- Woo, M. (2020). The Rise of No/Low Code Software Development—No Experience Needed? *Engineering*, 6(9), 960-961. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.07.007>
- Yin, C. (s. d.). *The User x Use Case Framework for No-Code and Low-Code*. Scale. Consulté le 20 juin 2022, à l'adresse <https://www.scalevp.com/blog/the-user-x-use-case-framework-for-no-code-and-low-code>
- Yoo, Y., Henfridsson, O., & Lyytinen, K. (2010). Research commentary—The new organizing logic of digital innovation : An agenda for information systems research. *Information systems research*, 21(4), 724-735.
- (S. d.). Fiverr. <https://www.fiverr.com/>

Annexes

Annexe 1 : Commentaires des clients de Quillok sur la plateforme Fiverr

Reviews as Seller ★★★★★ (10) Most relevant ▾

Seller communication level ★★★★★
Recommend to a friend ★★★★★
Service as described ★★★★★

nikedmondson ★★★★★
United States

Marcos and Quillok are incredible. Great work, super communicative, clear communication (English), and wonderful result. Great understanding of product dev from design through launch. By far the best nearshore dev team we have ever worked with.

Published 9 months ago

[Helpful](#) [Not Helpful](#)

helaine ★★★★★
Ireland

Very helpful thank you

Published 1 year ago

[Helpful](#) [Not Helpful](#)

kokurokumedia ★★★★★
United Kingdom

Marcos is a joy to work with. Communication is top drawer and the quality delivered always meets our very high standards. I'd highly recommend for react native projects.

Published 1 year ago

[Helpful](#) [Not Helpful](#)

crowdzapp ★★★★★
Canada

Great Team and extremely professional work. Timely communication and project planning to provide the best output. Extremely recommended!

raducuniculae ★★★★★
United Arab Emirates

So far so good.

Published 1 year ago

[Helpful](#) [Not Helpful](#)

abdusalaammoham ★★★★★
Canada

Excellent and professional.

Published 1 year ago

[Helpful](#) [Not Helpful](#)

theroywraps ★★★★★
United States

Marcos is THE BEST! Smart, intuitive, great communicator and on top of his game! App was done and complete in less time than we thought initially, works flawlessly, and was launched yesterday! With over 2k downloads already. I'd say he did a pretty good job! We will definitely use Marcos for our next app as well!!

Published 1 year ago

[Helpful](#) [Not Helpful](#)

awatal ★★★★★
United States

We had a very productive conversation.

Published 1 year ago

[Helpful](#) [Not Helpful](#)

tbelote ★★★★★
United States

Marco is an amazing developer. He writes very clean code and is well versed in the latest technologies. If you want someone that is very productive go with him!

Published 1 year ago

[Helpful](#) [Not Helpful](#)

molimelbarch ★★★★★
Germany

We talked over Fiverr's videochat about a possible project together, and did make a very professional impression. He has a fast mind, knows what clients are looking for and seems to really care for their needs.

Published 2 years ago

[Helpful](#) [Not Helpful](#)

Annexe 2 : Devis de Quillok pour le développement de Friendle, Mobvious dispatch et Minis

Hi Gautier,

Hope you're doing great.

We wanted to share our ballpark estimates for the three projects you requested:

Tinder-like App

3 Months, 2 Engineers + 1 month of part time design/discovery at the beginning.

Fleet Management System

4 Months, 2 Engineers + 1 month of part time design/discovery at the beginning.

Strada-Like App for Ecological Activities

3 Months, 2 Engineers + 1 month of part time design/discovery at the beginning.

Notes

- The design process has as a goal not only to have the UI/UX ready for development, but also a deep understanding of requirements, success factors and other relevant items.
- The rates we handle go from 55-70 USD per hour.
- We assume a month has usually 160 hours.

Kindly let us know if you have any questions/comments.

Best,
Marcos



Marcos Ambrosi
Co-Founder • Quillok

Annexe 3 : Conversation par message avec Quillok sur la plateforme Fiverr

Gauthier Brancart (student):

Hey marcosambrosi, I was wondering how much time you would need to develop and publish a native meeting app on Google Play and Apple Store. The App would have: - a chat page - a login and signup page - a feed with all users filtered by many filters (school, studies, age, interests,...) - the possibility to block certain abusing users - a database with users being characterised by their school, their study year, their interests, their studies, their "pickup line", a profile picture and their birthday. Basically it is pretty similar to the Tinder app. Thank you in advance. :)

Pablo from Quillok:

Hello, nice to e-meet you, Thanks for reaching out! We're a digital product agency, we work with a group of senior folks, designers, and engineers. We do everything, from building from scratch to improving existing products or services. In order to get a better understanding and move forward faster, we believe it's best to hop on a call so we get to know each other and explore the best way to help you. What do you think? Bear in mind that our hourly rates are between 50.00 to 80.00 USD. We do not engage in project of less than 1 month of work, 160 hours. You can use our Calendly to schedule a call for the date that works best for you. <https://calendly.com/quillok/30min> Look forward to chatting with you! www.quillok.com
Best, Pablo.

Pablo from Quillok:

Thanks for your time :) We'll be waiting for all the details. Have a great weekend!

Gauthier Brancart (student):

Thank you Marco, have a nice week-end too. As I told you, here are the details of the fleet management system /a table sourced by the customers' Airtable database

- a filter enabling to filter the trajets appearing in the table
- a component/page showing the details of the selected row and enabling to update the details
- the capability to create new trajets - an interactive map, showing the trajets of the tab
- a native mobile app in order to geolocalise the drivers

The third request is an app similar to Strava for ecological activities, without the geolocation feature:

- it should be a native mobile app
- the feed is a list of activities, characterised by a picture, a description and the time spent for the activitie
- the capability to like, unlike and archive following peoples' activities
- the capability to follow and unfollow certain users
- a score should granted according to every activity, the total score of a user is given on his profile page
- the capability to block abusing users

I was wondering how much time it would take you to develop every product? Furthermore, I would need to know the budget. :) Thank you very much, have a nice week-end!

Pablo from Quillok:

Hello Gauthier, Thank you for sending all that info. We'll be taking a look at it this week and get back to you as soon as possible. Have a great start to your week! Best, Pablo.

Annexe 4 : Descriptif de l'entreprise Quillok sur la plateforme Fiverr

Pro VERIFIED IN

✔ Mobile Apps

From Uruguay	Member since Aug 2017
Avg. response time 16 hours	Last delivery 9 months



Software Engineer with 10 years of experience in the IT world, developing and leading a wide variety of projects for companies in the US, Canada, and Europe.

I focus on designing and developing software solutions to business challenges, leveraging native and hybrid mobile technologies.

I have experience leading the technical domain of software-related projects across several lines of business such as healthcare, entertainment, IoT, ground transportation, and education.

My partner Pablo and I are Co-Founders at Quillok. A digital product agency that helps startups from all over the world

Among my clients ? NEW

 Entri Software Development	 ShelfSet Software Development
--	---

Annexe 5 : Rapport des heures prestées par l'étudiant de Wequity sur Friendle

Franck's Agenda

Friendle

Reported period	Total logged	Billed	Unbilled
January 1, 2020 – December 31, 2022	53h 14m €1.516,82	0m €0	53h 14m €1.516,82

Wequity Digital

Friendle									
					Logged: 53h 14m - €1.516,82 Planned: 0m - €0,00				
					Billable: 53h 14m Non-Billable: 0m				
					Budget: €2.150 Spent: 91.67% - €137,50 Remaining: 8.33% - €2.012,50				
User	Date	Timestamp	Logged	Planned	Billable	Non-Billable	Tags	Status	Notes
Franck-Victor Laurant	Nov 20, 2020	-	36m €24,00	0m €0,00	36m	0m	-	Unbilled	Slack Maxime Tilliet Wequity
Franck-Victor Laurant	Nov 21, 2020	-	37m €24,67	0m €0,00	37m	0m	-	Unbilled	Logo Redesign
Franck-Victor Laurant	Nov 21, 2020	-	1h 05m €43,33	0m €0,00	1h 05m	0m	-	Unbilled	Logo Design
Franck-Victor Laurant	Nov 22, 2020	-	20m €13,33	0m €0,00	20m	0m	-	Unbilled	Msgs
Franck-Victor Laurant	Nov 22, 2020	-	17m €11,33	0m €0,00	17m	0m	-	Unbilled	Friendle
Franck-Victor Laurant	Nov 27, 2020	-	1h 10m €46,67	0m €0,00	1h 10m	0m	-	Unbilled	Friendle Sales
Franck-Victor Laurant	Nov 27, 2020	-	30m €20,00	0m €0,00	30m	0m	-	Unbilled	App
Franck-Victor Laurant	Nov 30, 2020	-	33m €22,00	0m €0,00	33m	0m	-	Unbilled	Friendle contact
Céline	Dec 2, 2020	-	1h 00m €15,00	0m €0,00	1h 00m	0m	-	Unbilled	Ecrans : Create an account + Complete profile
Franck-Victor Laurant	Dec 2, 2020	-	1h 00m €40,00	0m €0,00	1h 00m	0m	-	Unbilled	Notion • digital-design Wequity • Wequity Sales Contract_FR • Brave
Franck-Victor Laurant	Dec 4, 2020	-	7m €4,67	0m €0,00	7m	0m	-	Unbilled	Ops
Franck-Victor Laurant	Dec 4, 2020	-	12m €8,00	0m €0,00	12m	0m	-	Unbilled	Contact

Created with [Timely](#)

**Annexe 6 :Facture de l'étudiant pour les heures prestées (en développement no-code)
sur Friendle**



 nast.be
 info@nast.be
 +32496222589
 BE46.0016.5375.6636

14-10-2021

SERVICE	QTÉ	PRIX	TOTAL
FRIENDLE APP - Update (June. - Sept. 21') -35H - Re-Publishing (App Store /Google) - 10H	45	30.00€	1350.00 €
SEPTEMBER - Community Management Plan	1	135.00 €	135.00 €
		HTVA	1485.00 €

TO
WEQUITY SRL
BE13.7320.5810.1839