

DORA

2024

Google Cloud

Rapport Accelerate sur l'état du DevOps

Sponsors Gold



Deloitte.



Gearset



10

DORA, une décennie d'action

Sommaire

Synthèse	3	Conclusions	83
Performances de livraison de logiciels	9	Remerciements	85
Intelligence artificielle : adoption et attitudes	17	Auteurs	87
Étudier l'impact en aval de l'IA	27	Données sur les entreprises et démographiques	91
Ingénierie des plates-formes	47	Méthodologie	99
Expérience développeur	57	Modèles	113
Guider la transformation	69	Lectures conseillées	117
DORA, une décennie d'action	77		

Synthèse

Depuis plus de 10 ans, DORA étudie les capacités des équipes et des organisations très performantes axées sur la technologie, ainsi que leurs pratiques et les mesures qu'elles utilisent. Cette année marque la publication de notre dixième rapport DORA. Nous avons recueilli les témoignages de plus de 39 000 professionnels issus d'organisations de toutes tailles et de divers secteurs à travers le monde. Merci de nous avoir accompagnés dans notre démarche et d'avoir joué un rôle essentiel dans cette étude !

DORA collecte des données par le biais d'une enquête annuelle menée à l'échelle mondiale auprès de professionnels occupant des postes techniques et des fonctions annexes. Cette enquête aborde des questions liées aux méthodes de travail et aux réussites importantes pour l'organisation et les personnes qui la composent.

Pour comprendre les relations entre ces différents facteurs et leur contribution au succès des équipes et des organisations, DORA s'appuie sur une méthodologie d'évaluation statistique rigoureuse.

Cette année, nous avons enrichi notre enquête en menant des entretiens approfondis avec des professionnels afin d'obtenir des insights plus précis, de recouper les résultats et de mieux contextualiser nos conclusions. Pour en savoir plus, consultez le chapitre [Méthodologie](#).

Points clés étudiés cette année :

Réduction du surmenage

Le surmenage est un état d'épuisement émotionnel, physique et mental provoqué par un stress prolongé ou excessif, souvent accompagné de cynisme, de détachement et d'un sentiment d'inefficacité.

Flow

Le "flow" mesure la capacité d'une personne à se concentrer pleinement sur ses tâches de développement.

Satisfaction au travail

La satisfaction au travail évalue le ressenti global d'une personne vis-à-vis de son emploi.

Performances organisationnelles

Cette mesure évalue les résultats d'une organisation en tenant compte, par exemple, de la rentabilité, de la part de marché, du nombre total de clients, de l'efficacité opérationnelle, de la satisfaction client, de la qualité des produits et services, ainsi que de sa capacité à atteindre ses objectifs.

Performances des produits

Cette mesure évalue l'usabilité, la fonctionnalité, la valeur, la disponibilité, les performances (par exemple, la latence) et la sécurité des produits.

Productivité

La productivité détermine dans quelle mesure une personne se sent efficace dans son travail, en créant de la valeur et en accomplissant ses tâches.

Performances des équipes

Cette mesure évalue la capacité d'une équipe à collaborer, innover, travailler efficacement, s'entraider et s'adapter.

Principales conclusions

L'IA a un impact global

L'IA entraîne un changement de paradigme dans le domaine du développement logiciel. Si les premiers résultats de son adoption montrent des perspectives prometteuses, une certaine prudence s'impose.

Avantages de l'adoption de l'IA :

- Flow
- Productivité
- Satisfaction au travail
- Qualité du code
- Documentation interne
- Processus de revue
- Performances des équipes
- Performances organisationnelles

Cependant, l'adoption de l'IA a également des effets négatifs. Nous avons observé une diminution des performances de livraison de logiciels, et l'impact sur les performances des produits reste incertain. De plus, certaines personnes signalent passer moins de temps à effectuer des tâches enrichissantes à mesure que l'adoption de l'IA progresse (une observation curieuse explorée plus en détail dans ce rapport).

Les équipes devraient poursuivre leurs expérimentations pour mieux comprendre l'impact d'une dépendance accrue à l'IA.

Plus la confiance en l'IA grandit, plus celle-ci est adoptée

L'utilisation de l'intelligence artificielle générative donne aux développeurs un sentiment accru de productivité, et ceux qui lui font confiance l'utilisent davantage. Cependant, des améliorations sont nécessaires : 39,2 % des personnes interrogées déclarent avoir peu confiance en l'IA, voire ne pas du tout lui faire confiance.

Une approche axée sur l'utilisateur améliore les performances

Les organisations qui mettent l'accent sur l'expérience des utilisateurs finaux livrent des produits de meilleure qualité. Leurs développeurs sont plus productifs, plus satisfaits et moins sujets au surmenage.

Le leadership transformationnel est important

Le leadership transformationnel améliore la productivité des employés, leur satisfaction au travail, les performances des équipes, les performances des produits et les performances organisationnelles, tout en contribuant à réduire le surmenage.

Des priorités stables favorisent la productivité et le bien-être

Des priorités instables au sein d'une organisation entraînent une baisse significative de la productivité et une augmentation substantielle du surmenage, même lorsque l'organisation bénéficie de leaders compétents, d'une documentation interne solide et d'une approche du développement logiciel axée sur l'utilisateur.

L'ingénierie des plates-formes peut stimuler la productivité

L'ingénierie des plates-formes a un impact positif sur la productivité et les performances organisationnelles. Cependant, certains signaux d'alerte subsistent concernant les performances de livraison de logiciels.

Le cloud favorise la flexibilité de l'infrastructure

Une infrastructure flexible peut améliorer les performances organisationnelles. Cependant, migrer vers le cloud sans exploiter sa flexibilité peut s'avérer plus nuisible que de rester dans un centre de données. Pour réussir sa migration, il est essentiel de transformer les approches, les processus et les technologies.

Des niveaux élevés de performances en livraison de logiciels sont atteignables

Les équipes les plus performantes obtiennent d'excellents résultats pour les quatre métriques évaluant les performances de livraison de logiciels (délai de livraison des modifications, fréquence de déploiement, taux d'échec des modifications et temps de récupération en cas d'échec de déploiement). À l'inverse, les équipes les moins performantes ont de faibles résultats pour toutes ces métriques. Nous observons des équipes de tous les secteurs d'activité dans chacun des clusters de performances.

Appliquer les enseignements de DORA

Pour améliorer les performances de vos équipes et de vos organisations grâce à DORA, il est essentiel d'évaluer votre situation actuelle, d'identifier les domaines à améliorer nécessitant des investissements et de mettre en place des boucles de rétroaction pour suivre vos progrès. Les équipes qui adoptent un état d'esprit et des pratiques d'amélioration continue sont celles qui tirent le plus de bénéfices de ce rapport. Investissez dans le développement des capacités organisationnelles nécessaires pour répéter ce processus au fil du temps.

Les conclusions de notre étude peuvent éclairer vos propres expériences et hypothèses. Il est crucial d'expérimenter et de mesurer l'impact des changements pour identifier ce qui fonctionne le mieux pour votre équipe et votre organisation. Vous pourrez ainsi confirmer la validité de nos conclusions. Attendez-vous à ce que vos résultats diffèrent des nôtres et partagez vos progrès afin que nous puissions tous apprendre de votre expérience.

Nous recommandons d'adopter une approche expérimentale de l'amélioration.

1. Identifiez un domaine ou un résultat que vous souhaitez améliorer.
2. Mesurez votre point de départ ou état actuel.
3. Élaborez un ensemble d'hypothèses sur ce qui pourrait vous rapprocher de l'état souhaité.
4. Mettez-vous d'accord sur un plan d'amélioration et engagez-vous à le suivre.
5. Passez à l'action.
6. Mesurez les progrès réalisés.
7. Répétez le processus. Les efforts d'amélioration se construisent de manière itérative et incrémentielle.

DORA COMMUNITY



S'améliorer est une affaire collective !

Nous pouvons tous apprendre de l'expérience des autres, et le site de la communauté DORA est une excellente plate-forme d'échange et d'apprentissage pour s'améliorer : <https://dora.community>.

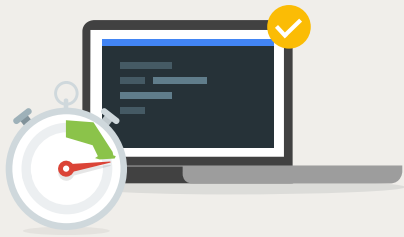
Performances de livraison de logiciels

Les équipes axées sur la technologie doivent trouver des moyens de mesurer leurs performances afin d'évaluer leur situation actuelle, de prioriser les améliorations et de valider leurs progrès. DORA a validé à plusieurs reprises quatre métriques de livraison de logiciels (les quatre indicateurs clés) qui constituent une méthode efficace pour mesurer les résultats du processus de livraison de logiciels.



Les quatre indicateurs clés

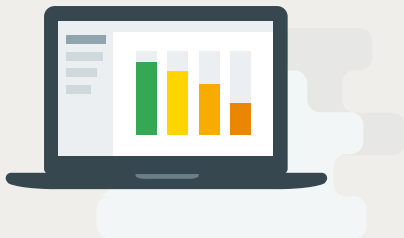
Les quatre indicateurs clés définis par DORA permettent de mesurer le débit et la stabilité des modifications logicielles. Tous les types de modifications sont pris en compte, y compris les modifications de configuration et de code.



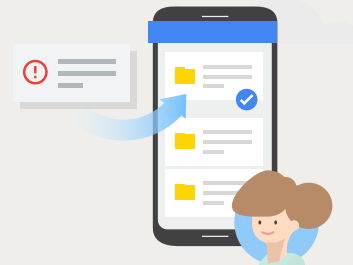
Délai de livraison des modifications :
temps nécessaire pour qu'un commit ou une modification de code soient déployés en production



Fréquence de déploiement :
fréquence à laquelle des modifications apportées aux applications sont déployées en production



Taux d'échec des modifications :
pourcentage de déploiements causant des échecs en production¹, nécessitant des correctifs ou des rollbacks



Temps de récupération en cas d'échec de déploiement :
délai nécessaire à la récupération à la suite d'un échec de déploiement

Nous avons observé que ces métriques sont généralement interdépendantes : les équipes les plus performantes excellent dans les quatre, tandis que les équipes les moins performantes obtiennent de mauvais résultats sur toutes.

Évolution des mesures pour les performances de livraison de logiciels

L'analyse des quatre métriques clés a longtemps révélé une anomalie : le taux d'échec des modifications². Même si cette métrique est fortement corrélée aux trois autres, les tests et méthodes statistiques nous empêchent de les englober toutes les quatre dans un même facteur. Un ajustement dans la manière dont les personnes interrogées répondaient à la question sur le taux d'échec a amélioré le lien entre ces métriques, mais nous avons l'impression qu'un autre élément pouvait entrer en ligne de compte.

Nous avons une hypothèse de longue date selon laquelle la métrique du taux d'échec des modifications fonctionne comme un indicateur indirect de la quantité de corrections qu'une équipe est amenée à effectuer. Lorsqu'un déploiement échoue, l'équipe doit corriger la modification, ce qui implique souvent d'en introduire une nouvelle.

Pour tester cette théorie, nous avons ajouté une question cette année concernant le taux de correction : "Pour l'application ou le service principal sur lequel vous travaillez, environ combien de déploiements au cours des six derniers mois n'étaient pas planifiés, mais ont été effectués pour corriger un bug que l'utilisateur pouvait voir dans l'application ?".

Notre analyse des données a confirmé notre hypothèse selon laquelle le taux de correction et le taux d'échec des modifications étaient liés. Ensemble, ces deux métriques constituent un facteur fiable de la stabilité de livraison des logiciels.

Cette observation apparaît également dans l'analyse des niveaux de performance des logiciels. Plus de la moitié des équipes incluses dans l'étude cette année présentent des différences en termes de débit et de stabilité. Celles-ci nous ont conduits à évaluer les performances de livraison de logiciels en fonction de deux facteurs distincts :

Concept	
Performances de livraison de logiciels	
Facteur	
Débit de livraison des logiciels	Stabilité de livraison des logiciels
Métriques utilisées	
• Délai de livraison des modifications • Fréquence de déploiement • Temps de récupération en cas d'échec de déploiement	• Taux d'échec des modifications • Taux de correction

L'analyse présentée dans ce rapport s'appuie sur le concept de performances de livraison de logiciels et sur ces deux facteurs à différents moments. Les cinq métriques sont prises en compte pour décrire les performances de livraison de logiciels.

Le délai de livraison des modifications, la fréquence de déploiement et le temps de récupération en cas d'échec de déploiement servent à décrire le débit de livraison des logiciels. Ce facteur mesure la rapidité avec laquelle des mises à jour de tout type (modifications standards ou en réponse à un échec) sont effectuées.

Le taux d'échec des modifications et le taux de correction servent à décrire la stabilité de livraison des logiciels. Ce facteur évalue la probabilité que des déploiements entraînent un travail supplémentaire immédiat non planifié.



Niveaux de performances

Chaque année, les personnes interrogées évaluent les performances de livraison de logiciels de l'application ou du service principal sur lesquels elles travaillent. Leurs réponses sont exploitées par le biais d'une analyse par cluster, une méthode statistique permettant d'identifier des réponses similaires entre elles et distinctes d'autres groupes de réponses.

Cette méthode a été appliquée aux quatre métriques originales de livraison de logiciels afin de garantir une cohérence avec les analyses par cluster des années précédentes.

Quatre clusters de réponses ont émergé de ce processus. Les niveaux ne sont pas prédéfinis : ils se dégagent des réponses à l'enquête. Cette approche nous permet d'obtenir un aperçu des performances de livraison de logiciels pour l'ensemble des personnes interrogées chaque année.

Comme le montre le tableau ci-dessous, nous avons identifié quatre clusters distincts dans les données de cette année.

Niveau de performances	Délai de livraison des modifications	Fréquence de déploiement	Taux d'échec des modifications	Temps de récupération en cas d'échec de déploiement	Pourcentage des personnes interrogées*
Exceptionnel	Moins d'un jour	À la demande (plusieurs déploiements par jour)	5 %	Moins d'une heure	19 % (18-20 %)
Élevé	Entre un jour et une semaine	Entre une fois par jour et une fois par semaine	20 %	Moins d'un jour	22 % (21-23 %)
Moyen	Entre une semaine et un mois	Entre une fois par semaine et une fois par mois	10 %	Moins d'un jour	35 % (33-36 %)
Faible	Entre un mois et six mois	Entre une fois par mois et une fois tous les six mois	40 %	Entre une semaine et un mois	25 % (23-26 %)

* Intervalle d'incertitude de 89 %

Débit ou stabilité ?

Le débit et la stabilité sont corrélés dans les quatre clusters. Même dans le groupe au niveau de performances moyen (orange), où le débit est plus faible et la stabilité plus élevée que dans le groupe au niveau de performances élevé (jaune), cette corrélation persiste. D'autres facteurs que le débit et la stabilité semblent donc influencer les performances des clusters. Par exemple, le groupe au niveau de performances moyen pourrait améliorer ses résultats en augmentant la fréquence de ses déploiements.

Mais est-il préférable de déployer plus souvent ou de réduire le nombre d'échecs lors des déploiements ?

La réponse dépend du contexte : l'application ou le service concernés, les objectifs de l'équipe qui travaille sur l'application et, surtout, les attentes des utilisateurs.

Nous avons décidé de qualifier les équipes plus rapides de "très performantes" et les équipes plus lentes, mais plus stables, de "moyennement performantes". Cette décision met en évidence l'un des écueils potentiels de ces niveaux de performances : les équipes devraient viser avant tout l'amélioration continue, plutôt qu'un niveau de performances en particulier. Les meilleures équipes sont celles qui parviennent à des **améliorations** exceptionnelles, et non nécessairement à des **performances** exceptionnelles.

Niveaux de performances de la livraison de logiciels

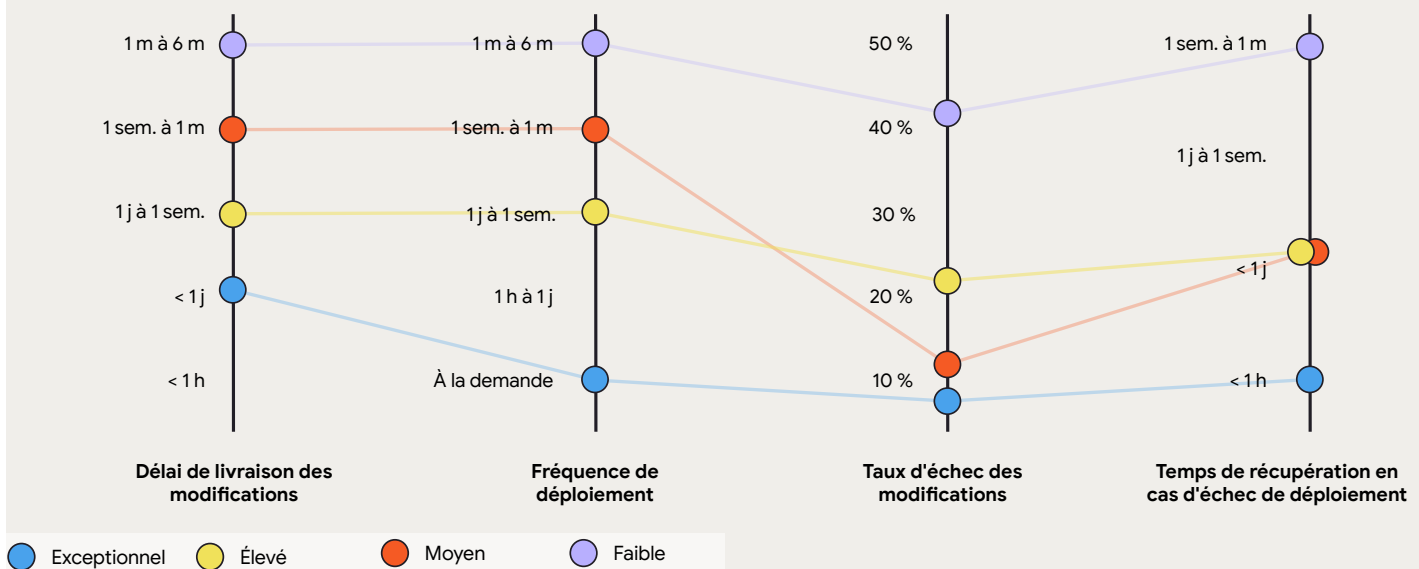


Figure 1 : Niveaux de performances de livraison de logiciels

Différences entre les équipes aux performances exceptionnelles et les équipes peu performantes :

127 fois

moins de
temps
entre deux
livraisons

182 fois

plus de
déploiements
par an

8 fois

moins
d'échecs lors
de l'implémenta-
tion de
modifications

2 293 fois

plus rapides
pour récupérer
en cas d'échec
de déploiement

Comment utiliser les clusters de performances

Les clusters de performances fournissent des données de référence qui reflètent les performances de livraison de logiciels des participants à l'enquête de cette année. Ces clusters ont pour but de montrer qu'obtenir des performances exceptionnelles est à la portée de tous.

Cependant, il est plus important de se concentrer sur l'amélioration des performances que sur le fait d'atteindre un niveau spécifique. Les meilleures équipes sont celles qui parviennent à des **améliorations** exceptionnelles, et non nécessairement à des **performances** exceptionnelles.

Le secteur d'activité n'a pas un impact significatif sur les niveaux de performances

Notre étude montre rarement³ que le secteur d'activité est un facteur prédictif des performances de livraison de logiciels. Des équipes très performantes sont présentes dans tous les secteurs. Cette observation n'exclut pas l'existence de difficultés spécifiques à chaque secteur, mais aucun d'entre eux ne semble être particulièrement avantagé ou désavantagé en termes de performances de livraison de logiciels.

Utiliser les métriques de performances de livraison de logiciels

Chaque application ou service possède son propre contexte unique. En raison de cette complexité, il est difficile de prévoir l'impact qu'un changement peut avoir sur les performances globales du système. De plus, il est presque impossible de ne modifier qu'une chose à la fois dans une organisation. Compte tenu de cette complexité, comment utiliser les métriques de performances de livraison de logiciels pour orienter nos efforts d'amélioration ?

Commencez par identifier l'application ou le service principal que vous souhaitez évaluer et améliorer. Ensuite, nous recommandons de réunir l'équipe pluridisciplinaire responsable de cette application pour mesurer d'un commun accord ses performances actuelles de livraison de logiciels. L'évaluation rapide DORA (<https://dora.dev/quickcheck>) peut aider à orienter la discussion et à établir cette mesure de départ. Votre équipe devra comprendre ce qui l'empêche d'obtenir de meilleures performances.

Pour identifier ces obstacles, une méthode efficace consiste à effectuer un exercice de cartographie de flux de valeur⁴ avec l'équipe.

Ensuite, identifiez avec l'accord de tous un plan d'amélioration. Celui-ci peut être axé sur l'une des nombreuses capacités étudiées par DORA⁵ ou sur un point propre à votre application ou à votre organisation.

Une fois ce plan en main, il est temps de passer à l'action ! Allouez des ressources à ce travail d'amélioration et prenez en compte les enseignements qui en sont tirés.

Une fois le changement mis en œuvre et bien implanté, réévaluez les quatre indicateurs clés. Comment ont-ils évolué après la mise en place des changements par l'équipe ? Quelles leçons en avez-vous tirées ?

La répétition de ce processus va aider l'équipe à mettre en pratique l'amélioration continue.

Rappelez-vous : le changement ne se produit pas du jour au lendemain. Une approche itérative qui favorise un climat propice à l'apprentissage, un flux rapide et un retour d'information efficace⁶ est nécessaire.

¹. Nous considérons qu'un déploiement est un échec uniquement s'il provoque un problème après sa mise en production, et qu'il impacte donc les utilisateurs finaux. En revanche, un changement arrêté avant la phase de production est une démonstration réussie de la capacité du processus de déploiement à détecter les erreurs.

². Nicole Forsgren, Jez Humble et Gene Kim. 2018. Accelerate: The Science Behind DevOps: Building and Scaling High Performing Technology Organizations. IT Revolution Press. pp. 37-38.

³. Le rapport Accelerate sur l'état du DevOps en 2019 (p. 32) a révélé que le secteur du commerce de détail affichait des performances de livraison de logiciels significativement supérieures. <https://dora.dev/research/2019/dora-report/2019-dora-accelerate-state-of-devops-report.pdf#page=32>

⁴. <https://dora.dev/guides/value-stream-management/>

⁵. <https://dora.dev/capabilities>

⁶. <https://dora.dev/research>

Intelligence artificielle : adoption et attitudes



Points à retenir

La grande majorité des organisations, tous secteurs confondus, redéfinissent leurs priorités pour intégrer plus profondément l'IA dans leurs applications et services. Une majorité correspondante de professionnels du développement s'appuient sur l'IA pour remplir leurs principales responsabilités professionnelles, et indiquent avoir vu leur productivité augmenter en conséquence. La perception selon laquelle l'utilisation de l'IA est essentielle pour rester compétitif sur le marché actuel est omniprésente chez les professionnels du développement. Elle semble être un facteur clé de l'adoption de l'IA, tant pour les organisations que pour les développeurs eux-mêmes.

Introduction

Il est difficile d'ignorer l'impact significatif de l'IA dans le milieu du développement cette année, au vu de la prolifération d'articles d'actualité populaires soulignant ses effets, qu'ils soient positifs¹, négatifs² ou absurdes³. Ainsi, alors que l'IA n'était abordée que comme une capacité technique influençant les performances parmi d'autres dans notre rapport *Accelerate* sur l'état du DevOps en 2023⁴, nous explorons cette année ce sujet de manière plus approfondie.

Tandis que l'utilisation de l'IA par les développeurs professionnels passe rapidement de marginale à universelle, nous pensons que le rapport *Accelerate* sur l'état du DevOps de 2024 constitue une occasion importante d'évaluer l'adoption, l'utilisation et la perception des professionnels du développement à un moment charnière pour le secteur.

Résultats

Adopter l'intelligence artificielle

D'après les conclusions sur l'adoption de l'IA, les personnes interrogées ont de plus en plus conscience que l'IA n'est plus "sur le point d'émerger", mais qu'elle est en place et, très probablement, destinée à rester.

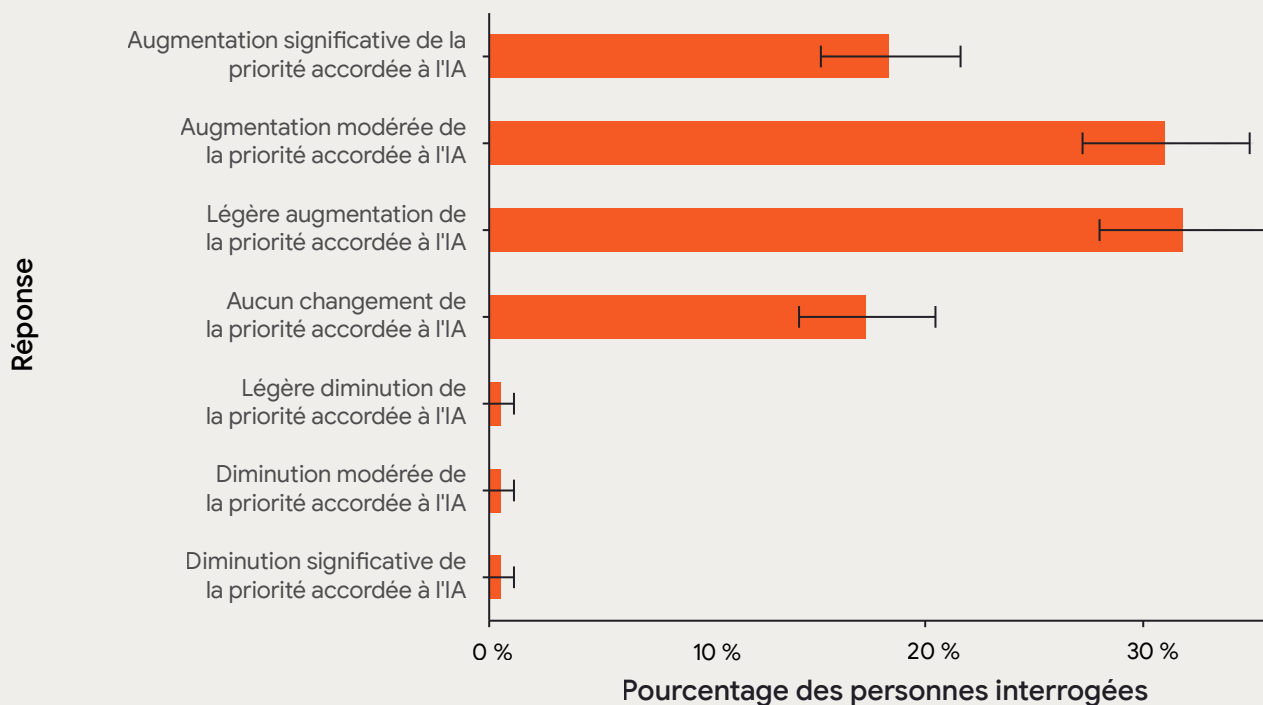
Adoption de l'intelligence artificielle par les organisations

La grande majorité des personnes interrogées (81 %) ont indiqué que leur organisation avait redéfini ses priorités pour mieux intégrer l'IA aux applications et services. 49,2 % des personnes

interrogées ont même décrit ce changement comme étant d'ampleur "modérée" ou "significative".

On observe que 3 % des personnes interrogées ont indiqué que leur organisation réduisait leurs efforts sur l'IA, un chiffre qui se situe dans la marge d'erreur de notre enquête. 78 % des personnes interrogées ont déclaré faire confiance à leur organisation pour planifier l'utilisation de l'IA de manière transparente, en réponse à ces changements de priorités. Ces données sont illustrées dans la Figure 2.

Changements dans les priorités organisationnelles concernant l'IA



La barre d'erreur représente un intervalle d'incertitude de 89 %.

Figure 2 : Perception des personnes interrogées concernant les changements de priorités de leur organisation en faveur ou au détriment de l'intégration de l'IA dans les applications et services

Quel que soit le secteur, les participants ont indiqué des niveaux statistiquement identiques de dépendance à l'IA dans leur travail quotidien. Il semble donc que cette adoption rapide de l'IA se déroule de manière uniforme dans tous les secteurs. Ce constat nous a quelque peu surpris. On observe souvent des différences considérables d'un secteur à l'autre en termes de contraintes réglementaires et de rythme d'innovation, des facteurs qui peuvent influencer les taux d'adoption des technologies.

Cependant, les personnes interrogées travaillant dans de grandes organisations indiquent une moindre dépendance à l'IA dans leur travail quotidien, comparé à celles exerçant leur profession dans de petites organisations. Cette observation est cohérente avec les études précédentes, qui indiquent que les grandes entreprises s'adaptent plus lentement aux changements technologiques en raison de leur complexité organisationnelle accrue et de leurs coûts de coordination plus élevés⁵.



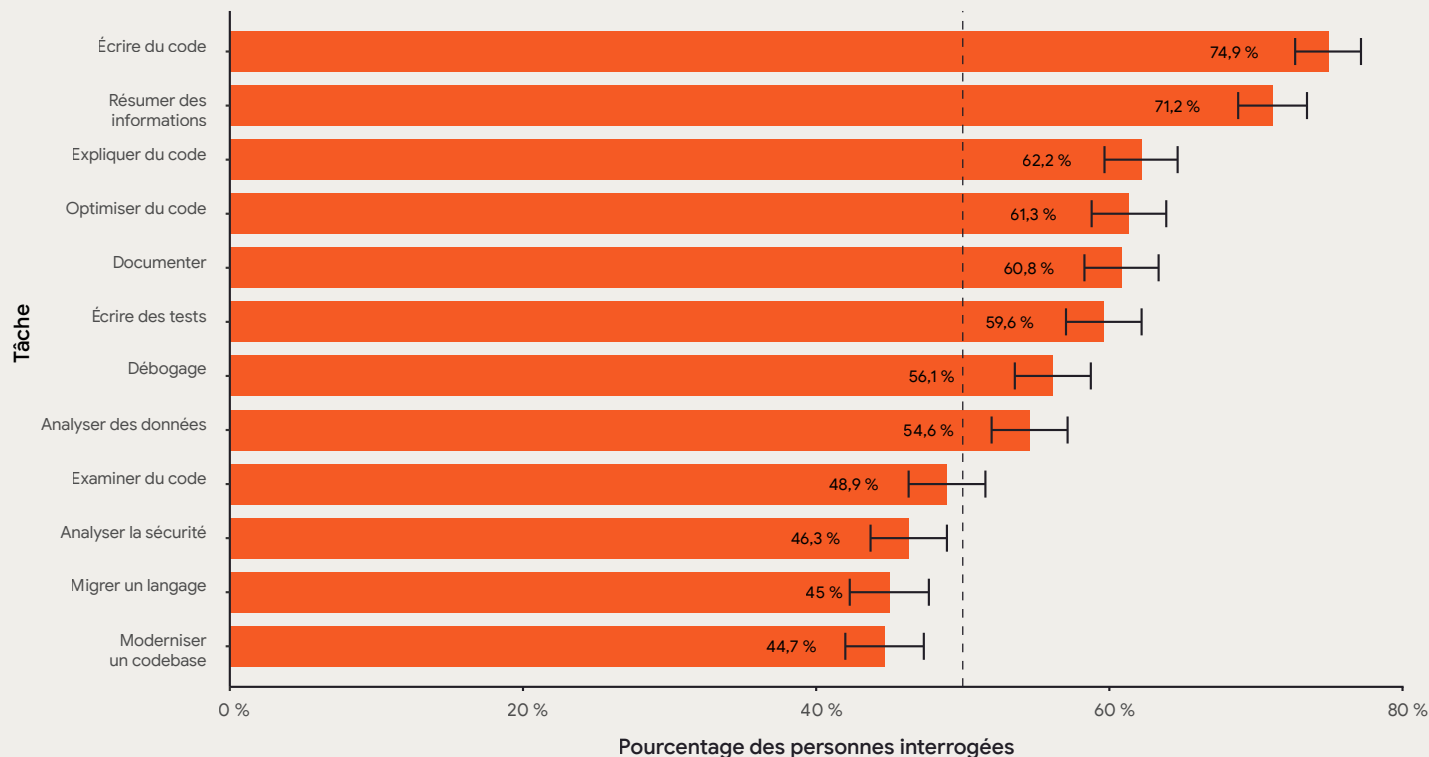
Adoption individuelle de l'intelligence artificielle

Au niveau individuel, 75,9 % des personnes interrogées déclarent s'appuyer, au moins partiellement, sur l'IA pour une ou plusieurs de leurs responsabilités professionnelles quotidiennes. Une majorité des personnes interrogées utilise l'IA pour accomplir les tâches professionnelles suivantes :

1. Écrire du code
2. Résumer des informations
3. Expliquer du code inconnu
4. Optimiser du code
5. Documenter du code
6. Écrire des tests
7. Déboguer du code
8. Analyser des données

Parmi toutes les tâches de développement logiciel mentionnées dans les réponses de l'enquête, les cas d'utilisation les plus courants de l'IA étaient l'écriture de code et le résumé d'informations. Respectivement 74,9 % et 71,2 % des personnes interrogées chargées de ces tâches ont déclaré s'appuyer sur l'IA au moins partiellement pour les accomplir. Ces données sont illustrées dans la Figure 3.

Dépendance à l'IA pour accomplir des tâches



La barre d'erreur représente un intervalle de crédibilité de 89 %.

Figure 3 : Pourcentage des personnes interrogées s'appuyant, au moins partiellement, sur l'IA pour réaliser douze tâches de développement courantes.

Les chatbots étaient l'interface la plus fréquemment utilisée par les personnes interrogées pour interagir avec l'IA dans leur travail quotidien (78,2 %), suivis par les interfaces Web externes (73,9 %) et les outils d'IA intégrés aux IDE (72,9 %). Les interfaces Web internes (58,1 %) et les pipelines CI/CD automatisés (50,2 %) étaient moins fréquemment utilisés.

Cependant, nous reconnaissons que la perception que les personnes interrogées ont de l'utilisation de l'IA dans leurs pipelines CI/CD et leurs plates-formes internes dépend probablement de la fréquence à laquelle elles interagissent avec ces

technologies. Ces chiffres peuvent donc être sous-évalués.

Nous avons constaté que les data scientists et les spécialistes en machine learning étaient les fonctions les plus susceptibles de s'appuyer sur l'IA. À l'inverse, les ingénieurs en matériel étaient moins enclins que toutes les autres fonctions à recourir à l'IA, ce qui pourrait s'expliquer par des responsabilités différentes de celles pour lesquelles l'IA est couramment utilisée.



Facteurs d'adoption de l'intelligence artificielle

Les participants aux entretiens ont souvent lié la décision d'adopter l'IA à des pressions concurrentielles et à la nécessité de se conformer aux standards dans l'industrie. Tant pour les organisations que pour les développeurs, ces standards intègrent de plus en plus la maîtrise de l'IA.

Pour les organisations de plusieurs personnes interrogées, le simple fait d'utiliser l'IA représentait "un argument marketing majeur" (P3)⁶ permettant à l'entreprise de se démarquer de la concurrence. Savoir que des concurrents commençaient à intégrer l'IA dans leurs propres processus a même incité une organisation à contourner la "lourde bureaucratie" habituellement associée

à l'adoption de nouvelles technologies, par crainte qu'ils ne la devancent (P11).

Au niveau individuel, de nombreux participants ont associé leur adoption de l'IA au sentiment que la maîtrise de l'IA dans le développement logiciel est désormais "un peu la nouvelle norme pour être ingénieur" (P9). Plusieurs participants ont suggéré que leurs collègues développeurs devraient rapidement intégrer l'IA à leur workflow de développement, affirmant que "tellement de changements se produisent qu'il est très difficile de suivre" et que "si vous ne l'utilisez pas, vous serez rapidement dépassé" (P4).

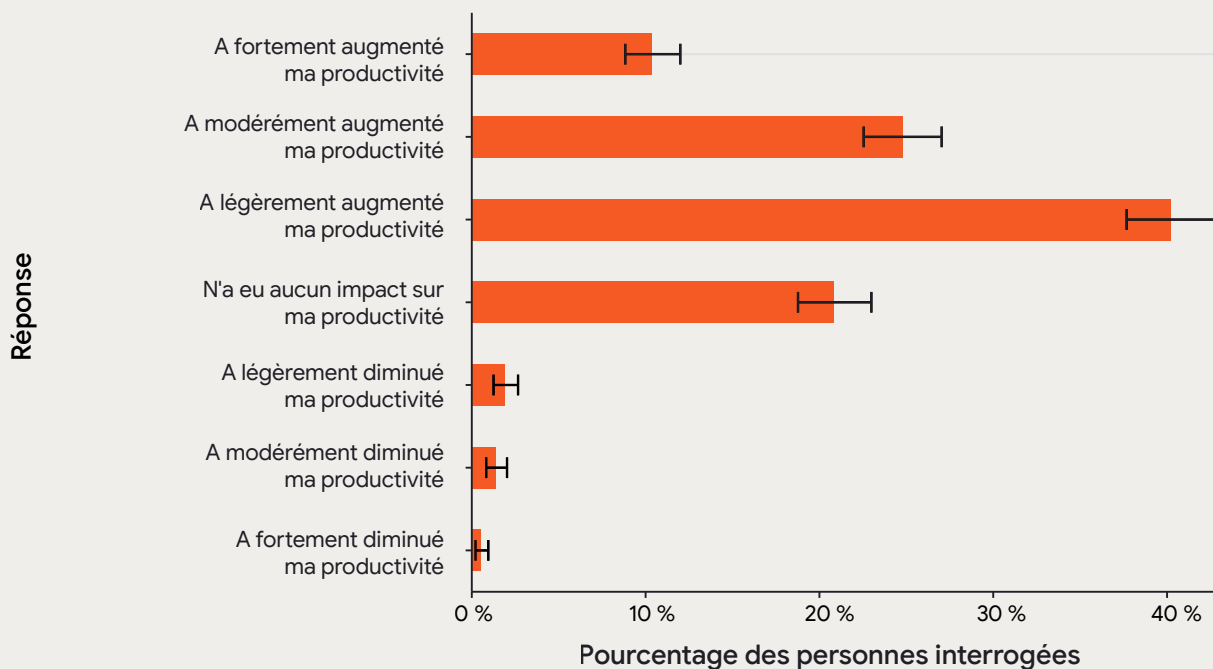
Perception de l'intelligence artificielle

Amélioration des performances grâce à l'intelligence artificielle

Pour les organisations et développeurs qui l'adoptent en grand nombre, les avantages de l'utilisation de l'IA dans le développement semblent considérables. 75 % des personnes interrogées ont indiqué des gains de productivité positifs liés à l'IA au cours des trois mois précédant notre enquête, menée au début de l'année 2024.

On peut noter que plus d'un tiers des personnes interrogées ont qualifié ces gains de productivité observés de modérés (25 %) ou de forts (10 %). Moins de 10 % des personnes interrogées ont constaté des répercussions négatives, même légères, sur leur productivité dues à l'IA. Ces données sont illustrées dans la Figure 4.

Perception des modifications de la productivité dues à l'IA



La barre d'erreur représente un intervalle d'incertitude de 89 %.

Figure 4 : Perception des personnes interrogées concernant l'impact de l'IA sur leur productivité

Parmi les différentes fonctions, les personnes interrogées ayant indiqué les plus grandes améliorations de productivité grâce à l'IA étaient les professionnels de la sécurité, les administrateurs système et les développeurs full stack. Bien qu'ils aient également constaté des améliorations positives, les développeurs mobiles, les ingénieurs de la fiabilité des sites et les chefs de projet ont indiqué qu'elles étaient d'une ampleur moindre par rapport à toutes les autres fonctions citées.

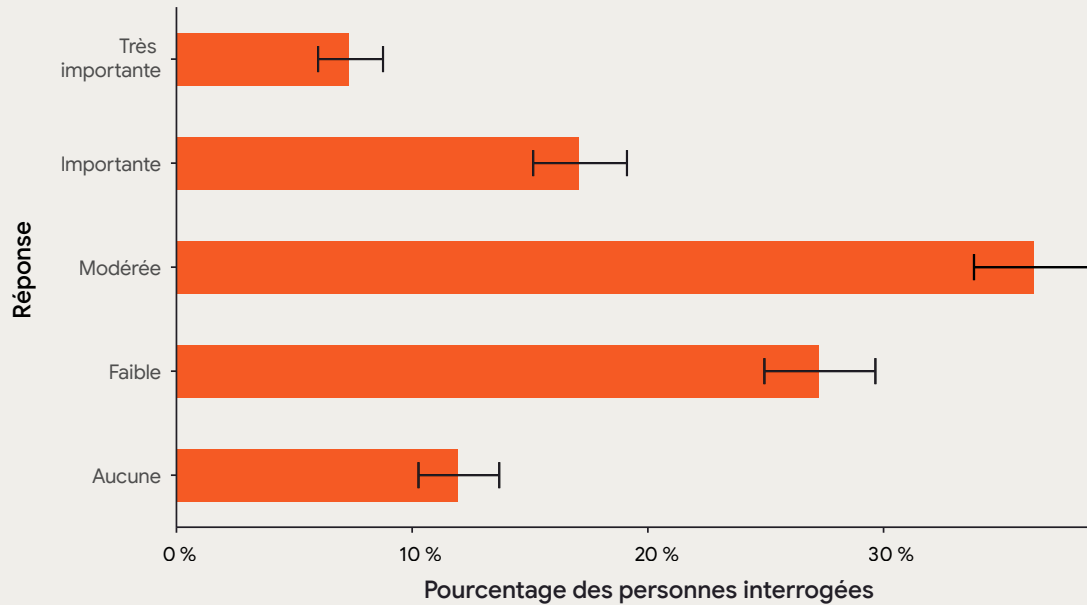
Nous avons supposé que la nouveauté de l'IA dans le développement, ainsi que la phase d'apprentissage correspondante, limitait certainement la capacité des développeurs à écrire du code. Cependant, nos résultats n'ont pas confirmé cette hypothèse. Seules 5 % des personnes interrogées ont indiqué que l'IA avait limité leur capacité à écrire du code, à quelque degré que ce soit. En réalité, 67 % des personnes interrogées ont constaté une amélioration, même légère, de leur capacité à écrire du code grâce aux outils de codage assistés par IA, et environ 10 % ont déclaré de "fortes" améliorations de leur capacité à écrire du code grâce à l'IA.

Confiance dans le code généré par l'IA

La perception des participants quant à la fiabilité du code généré par l'IA utilisé dans le développement est complexe. Bien que la grande majorité des personnes interrogées (87,9 %) aient déclaré faire confiance, à un certain degré, à la qualité du code généré par l'IA, le niveau de confiance indiqué était généralement faible, 39,2 % n'ayant que peu confiance (27,3 %), voire aucune confiance (11,9 %). Ces données sont illustrées dans la Figure 5.



Confiance dans la qualité du code généré par l'IA



La barre d'erreur représente un intervalle d'incertitude de 89 %.

Figure 5 : Confiance dans la qualité du code généré par l'IA chez les personnes interrogées

Compte tenu des différents éléments de l'enquête qui montrent que les développeurs adoptent rapidement l'IA, s'appuient sur elle et la perçoivent comme un facteur positif de performances, le manque de confiance général dans l'IA nous a surpris. Il est intéressant de noter que, lors de nos entretiens, de nombreux participants ont indiqué être prêts à ajuster les résultats du code généré par l'IA qu'ils utilisaient dans leur travail, voire qu'ils s'attendaient à devoir le faire.

Un participant a même comparé la nécessité d'évaluer et de modifier les résultats du code généré par l'IA aux "débutants de StackOverflow, [quand] on pensait toujours que les gens sur StackOverflow étaient très expérimentés et savaient exactement quoi faire : ensuite, on copiait et collait leurs réponses, et tout explosait" (P2).

Peut-être parce que ce problème n'est pas nouveau, des participants comme P3 estiment que leurs entreprises ne craignent pas "qu'un développeur copie-colle du code depuis Copilot ou ChatGPT, parce qu'il y a tellement de couches de vérifications" dans les processus actuels d'assurance qualité du code.

Nous émettons l'hypothèse que les développeurs ne s'attendent pas nécessairement à avoir une confiance absolue dans la précision du code généré par l'IA, et que cette confiance absolue n'apparaît pas comme un prérequis pour que les développeurs trouvent ce code utile. Il semble plutôt que du code généré par l'IA, majoritairement correct, mais perfectible en quelques ajustements, soit acceptable, suffisamment pertinent pour motiver son adoption généralisée, et compatible avec les processus d'assurance qualité existants.

Attentes pour l'avenir de l'IA

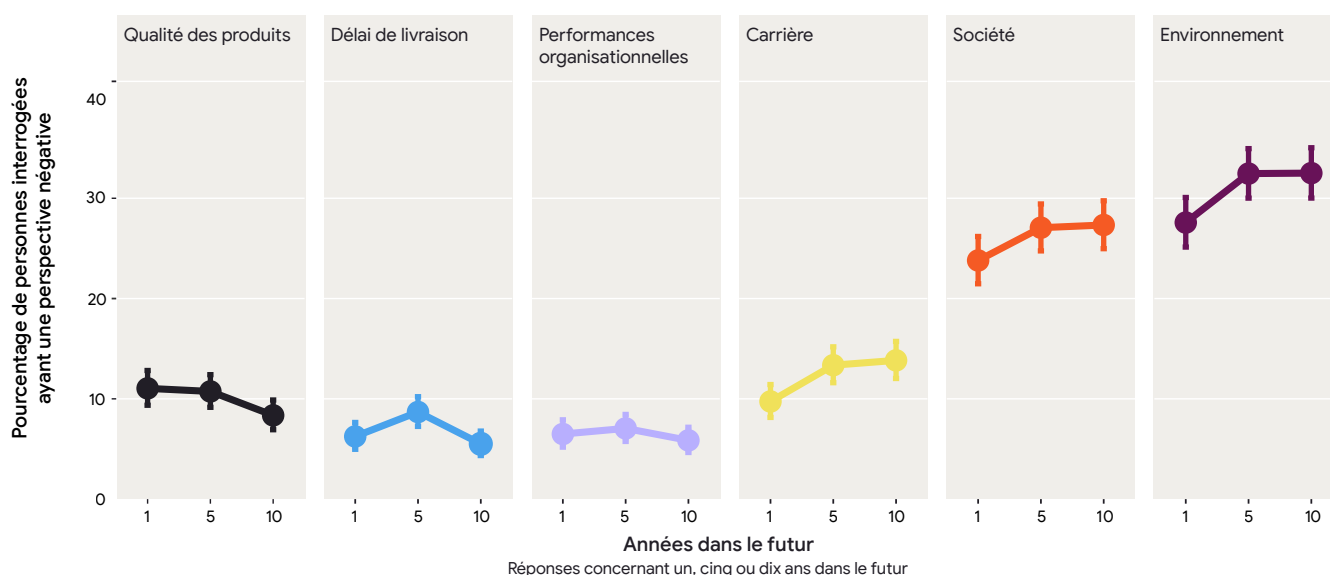
Dans l'ensemble, nos conclusions indiquent que l'IA a déjà eu un impact considérable sur le travail des professionnels du développement, une tendance qui, selon nous, continuera de croître. Bien qu'il soit impossible de prédire précisément comment l'IA affectera le développement (et notre monde) à l'avenir, nous avons demandé aux personnes interrogées d'émettre des suppositions et de partager leurs attentes quant aux répercussions de l'IA dans un, cinq et dix ans.

Si, en se basant sur leurs expériences récentes, les personnes interrogées ont constaté des conséquences assez positives de l'IA sur leur travail de développement, leurs prévisions concernant les répercussions futures de l'IA se sont avérées moins enthousiastes.

De manière optimiste, et en cohérence avec nos conclusions selon lesquelles l'IA a eu un effet positif sur les performances des professionnels du développement, les personnes interrogées ont révélé qu'elles s'attendaient à ce que la qualité de leurs produits continue de s'améliorer grâce à l'IA d'ici un, cinq et dix ans.

Cependant, elles ont également indiqué s'attendre à ce que l'IA ait des répercussions nettes négatives sur leur carrière, l'environnement et la société dans son ensemble, ces répercussions devant se concrétiser pleinement dans environ cinq ans. Ces données sont illustrées dans la Figure 6.

Répercussions négatives anticipées de l'IA



La barre d'erreur représente un intervalle de crédibilité de 89 %.

Figure 6 : Attentes des personnes interrogées concernant les répercussions négatives de l'IA dans un, cinq et dix ans

Les participants aux entretiens partageaient les mêmes points de vue nuancés que les personnes interrogées dans notre enquête quant aux répercussions futures de l'IA. Certains se demandaient quelles mesures juridiques seraient envisagées dans un cadre réglementaire encore incertain, exprimant leur crainte de "faire les frais des potentielles décisions qui seront prises" (P3).

D'autres exprimaient des inquiétudes de longue date, se demandant : "L'IA va-t-elle se substituer aux humains ? Qui sait ? Peut-être." (P2). D'autres balayaient ces craintes en établissant des parallèles avec le passé. "Au moment du passage à l'an 2000, les

gens disaient que tout allait s'effondrer, parce que c'était nouveau à l'époque, [mais] rien n'a été remplacé. Des emplois ont même été créés. Je pense qu'il va se passer la même chose avec l'IA." (P1).

Les effets futurs de l'IA sur notre monde restent incertains. Cependant, cette année, notre enquête indique clairement que l'IA a entraîné un changement de paradigme impossible à ignorer dans le domaine du développement logiciel. Jusqu'à présent, ces évolutions ont été bien accueillies par les professionnels du développement.



¹. <https://www.sciencedaily.com/releases/2024/03/240306144729.htm>

². <https://tech.co/news/list-ai-failures-mistakes-errors>

³. <https://klyker.com/absurd-yoga-poses-generated-by-ai/>

⁴. <https://dora.dev/dora-report-2023>

⁵. Everett M. Rogers, Arvind Singhal et Margaret M. Quinlan. "Diffusion of innovations". An integrated approach to communication theory and research. Routledge, 2014. 432-44, L. G. Tornatzky, et M. Fleischer, (1990). The processes of technological innovation. Lexington, MA : Lexington Books.

⁶. (P[N]), par exemple (P1), correspond au pseudonyme des participants aux entretiens.

Étudier l'impact en aval de l'IA



Points à retenir

Ce chapitre examine l'impact de l'adoption de l'IA à tous les niveaux, des développeurs individuels aux organisations dans leur ensemble. Les conclusions mettent en lumière une situation complexe, mêlant des avantages évidents et des inconvénients inattendus. Si l'adoption de l'IA améliore la productivité individuelle, le flow et la satisfaction au travail, elle semble paradoxalement réduire le temps consacré à des tâches enrichissantes.

De même, bien que l'IA ait un effet positif sur la qualité du code, la documentation et les processus de revue, ces progrès ne se traduisent pas par une amélioration des performances de livraison de logiciels, ce qui peut paraître surprenant. En réalité,

l'adoption de l'IA semble avoir des effets négatifs dans ce domaine, tandis que son impact sur les performances des produits reste négligeable.

Malgré ces difficultés, l'adoption de l'IA est associée à une amélioration des performances des équipes et des organisations. Ce chapitre se conclut par un appel à évaluer de manière critique le rôle de l'IA dans le développement logiciel et à adapter son application pour maximiser ses avantages tout en limitant ses conséquences imprévues.

L'avènement de l'IA et DORA

On estime que les grandes entreprises technologiques investiront environ 1 000 milliards de dollars dans le développement de l'IA au cours des cinq prochaines années¹. Ce chiffre est cohérent avec une statistique présentée dans le chapitre "[Intelligence artificielle : adoption et attitudes](#)" indiquant que 81 % des personnes interrogées déclarent que leur entreprise a réaffecté des ressources au développement de l'IA.

Les impacts environnementaux de l'IA viennent s'ajouter aux coûts déjà considérables. D'après certaines estimations, d'ici 2030, l'IA entraînera une augmentation de 160 % de la demande énergétique des centres de données².

L'entraînement d'un modèle d'IA équivaldrait environ à "la consommation électrique annuelle de plus de 1 000 foyers américains"³. Il n'est donc pas surprenant que plus de 30 % des personnes interrogées pensent que l'IA portera atteinte à l'environnement.

Outre les coûts liés au développement et à l'environnement, il existe également des coûts liés à l'adoption.

Ceux-ci pourraient se manifester de diverses façons, par exemple par une baisse de la productivité ou la nécessité d'embaucher des spécialistes. Ces coûts d'adoption pourraient aussi se répercuter à un niveau sociétal. Plus d'un tiers des personnes interrogées pensent que l'IA nuira à la société dans la prochaine décennie. Au vu de ces coûts, il semble naturel que l'on s'interroge fortement sur les retombées possibles de l'IA.



Cette curiosité s'est traduite par une abondance de publications, d'articles et d'études dont les données et les points de vue sont, au moins en partie, mitigés.

Certains estiment que l'IA a considérablement renforcé les capacités humaines⁴, d'autres la considèrent comme un simple outil basique pour aider aux devoirs⁵ tandis que d'autres encore craignent qu'elle ne provoque la chute de l'humanité⁶.

Les preuves de retombées immédiates, comme la capacité à réussir une tâche particulière, sont en grande partie positives⁷. Cependant, lorsque l'on se penche sur des retombées plus indirectes, comme le codebase d'une équipe, les conclusions deviennent un peu moins claires et positives. Par exemple, certaines études suggèrent que l'instabilité du code (code churn) pourrait avoir doublé par rapport à la référence de 2021⁸.

La difficulté à identifier ces effets en aval est prévisible. Plus un effet est éloigné de sa cause, moins le lien est net et prononcé.

Évaluer ces effets revient à mesurer l'impact d'un caillou jeté dans un lac : il est facile d'attribuer les ondulations proches du point d'impact à notre caillou, mais plus on s'éloigne, plus ses effets sont atténués et les vagues difficiles à associer à l'impact.

L'IA est comme un caillou jeté dans une mer agitée de processus et de dynamiques. Comprendre l'ampleur des vagues causées par l'IA (ou toute autre technologie ou pratique) est difficile. Et cette difficulté explique peut-être pourquoi le secteur a du mal à adopter des cadres d'analyse et de mesure rigoureux pour évaluer l'impact de l'IA⁹.

Notre méthodologie est spécialement conçue pour surmonter ce type de difficultés. DORA vise à comprendre l'utilité ou les limites d'une pratique. Ces 10 dernières années, nous avons étudié les conséquences en aval d'une multitude de pratiques, par exemple les pratiques de sécurité, le leadership transformationnel, les cultures génératives, les pratiques de documentation, l'intégration continue, la livraison continue et l'approche axée sur l'utilisateur¹⁰.

Nous sommes convaincus que l'approche de DORA¹¹ peut aider à mieux comprendre l'impact de l'IA, en particulier lorsqu'il s'agit d'étudier ses effets sur de nombreux résultats.



Mesurer l'adoption de l'IA

La première difficulté pour déterminer l'impact de l'adoption de l'IA réside dans la manière de la mesurer. Nous avons déterminé que la fréquence d'utilisation était probablement moins significative que la dépendance à l'IA pour évaluer son importance dans les workflows de développement. Par exemple, même si vous ne faites des revues de code ou ne rédigez de la documentation que quelques fois par mois ou par an, vous pouvez considérer ces tâches comme cruciales pour votre travail.

À l'inverse, utiliser fréquemment l'IA ne signifie pas nécessairement que vous l'utilisez pour des tâches importantes ou essentielles à votre fonction.

En raison de cette nuance, nos questions ont porté sur la dépendance à l'IA en général ainsi que pour des tâches spécifiques. Le [chapitre précédent](#) détaille les résultats de l'enquête et leur interprétation.

Grâce à une analyse factorielle, nous avons constaté que la question de l'enquête portant sur la dépendance "générale" à l'IA présentait un fort chevauchement avec la dépendance pour les tâches suivantes :

- Écrire du code
- Résumer des informations
- Expliquer du code
- Optimiser du code
- Documenter
- Écrire des tests

La forte corrélation et covariance entre ces sept questions suggère l'existence d'un facteur sous-jacent qui correspond à "l'adoption de l'IA".

L'impact de l'IA sur les individus révèle des avantages clairs (mais aussi des compromis potentiels)

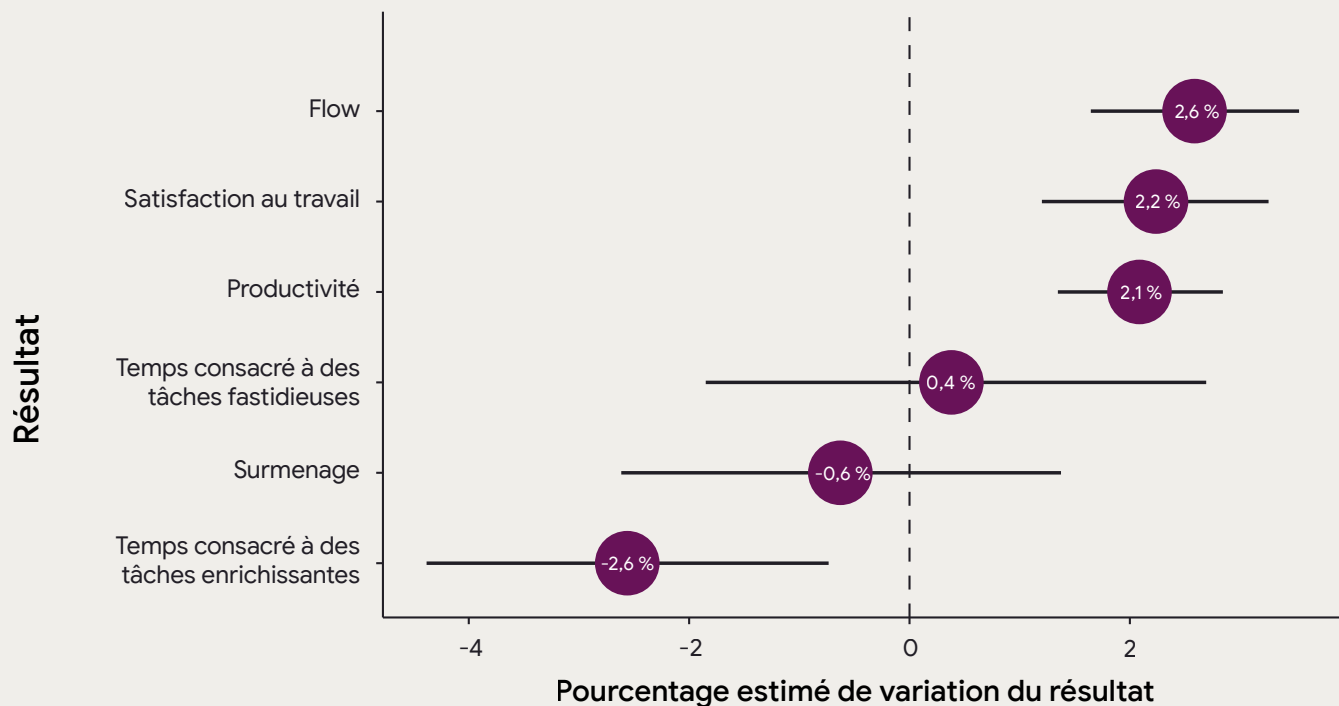
Comme chaque année, nous avons mesuré diverses représentations liées à la réussite et au bien-être individuels :

Satisfaction au travail	Question unique qui permet d'évaluer le ressenti général d'une personne concernant son travail
Surmenage	Facteur qui reflète la nature multidimensionnelle du surmenage, en englobant ses aspects physiques, émotionnels et psychologiques, ainsi que son impact sur la vie personnelle
Flow	Question unique qui permet d'évaluer le niveau de concentration qu'une personne tend à atteindre lors de ses tâches de développement
Productivité	Score factoriel destiné à évaluer dans quelle mesure une personne se sent efficace dans son travail, en créant de la valeur ajoutée et en accomplissant des tâches
Temps consacré à des tâches fastidieuses	Question unique qui permet de mesurer le pourcentage de temps qu'une personne consacre à des tâches manuelles répétitives qui offrent peu de valeur ajoutée à long terme
Temps consacré à des tâches enrichissantes	Question unique mesurant le pourcentage de temps qu'une personne consacre à des tâches qu'elle considère comme enrichissantes

Nous voulions déterminer si la manière dont les personnes répondaient à ces questions variait en fonction de leur adoption de l'IA. Les résultats suggèrent que c'est souvent le cas.

La Figure 7 illustre comment l'adoption de l'IA impacte la réussite et le bien-être individuels, selon nos meilleures estimations.

Si une personne augmente son adoption de l'IA de 25 %...



Point = Valeur estimée

Barre d'erreur = Intervalle d'incertitude de 89 %

Figure 7 : Impact de l'adoption de l'IA sur la réussite et le bien-être individuels

Les bénéfices évidents

L'impact de l'adoption de l'IA sur les individus est globalement positif, bien qu'il comporte comme il se doit quelques nuances. **Il semble clair que l'IA a un effet important et bénéfique sur le flow, la productivité et la satisfaction au travail (voir Figure 7).**

Par exemple, la productivité est susceptible d'augmenter d'environ 2,1 % lorsqu'une personne augmente son adoption de l'IA de 25 % (voir Figure 7). Ce chiffre peut sembler faible à l'échelle individuelle, mais imaginez cette tendance appliquée à des dizaines, voire des dizaines de milliers de développeurs.

Ce résultat était attendu. Nous pensons qu'il est dû en partie à la capacité de l'IA à synthétiser des informations provenant de sources disparates et à fournir une réponse hautement personnalisée dans un seul et même endroit. Accomplir ces tâches manuellement prend du temps, implique de fréquents changements de contexte et réduit les chances d'entrer dans un état de flow.

Vu le lien qui existe entre la productivité et le flow d'un côté, et la satisfaction au travail de l'autre, il n'est pas surprenant que l'adoption de l'IA entraîne une hausse de la satisfaction au travail.

Les compromis potentiels

Voici où la situation se nuance davantage. Un des arguments en faveur de l'adoption de l'IA est qu'elle permet de consacrer plus de temps à des tâches enrichissantes. Les tâches manuelles, répétitives et fastidieuses étant automatisées, nous pouvions nous attendre à ce que les personnes interrogées puissent se concentrer sur des tâches ayant plus de valeur ajoutée. Cependant, nos données suggèrent que l'effet inverse pourrait se produire : une adoption accrue de l'IA semble réduire le temps déclaré comme consacré à des tâches enrichissantes, tandis que le temps passé sur des tâches fastidieuses reste apparemment inchangé.

Auparavant, des indicateurs tels que le flow, la satisfaction au travail et la productivité étaient fortement liés au temps passé sur des tâches enrichissantes. Observer une amélioration de ces indicateurs indépendamment d'une augmentation du temps consacré à un travail enrichissant est surprenant.

Une bonne explication de ces tendances doit s'efforcer de résoudre cette apparente incohérence. Une bonne explication d'un film ne peut ignorer une scène qui en contredit l'interprétation. Une bonne explication d'un livre ne peut ignorer un chapitre qui ne s'intègre pas parfaitement à l'analyse. De même, une bonne explication de ces tendances ne peut se limiter à un sous-ensemble de données permettant de raconter une histoire simplifiée.

D'innombrables hypothèses pourraient expliquer ces données, mais nous en avons formulé une qui semble cohérente avec le fait que l'IA améliore le flow, la productivité et la satisfaction au travail, tout en réduisant le temps consacré à des tâches enrichissantes et sans modifier le temps passé sur des tâches fastidieuses.

Nous l'avons nommée "hypothèse du vide". En augmentant la productivité et le flow, l'IA aide à travailler de manière plus efficace. Cette efficacité permet de terminer plus rapidement les tâches jugées importantes.

C'est là que le vide se crée : il reste du temps disponible. L'IA ne retire pas de travail enrichissant aux personnes interrogées, elle les aide à l'accomplir plus vite.



Mais qu'est-ce qu'un travail enrichissant ?

Pour comprendre ces résultats contre-intuitifs, nous nous sommes intéressés plus en détail aux types de tâches que les personnes interrogées jugeaient enrichissantes ou fastidieuses.

La sagesse populaire, nos rapports précédents et les données qualitatives issues de nos entretiens suggèrent que les tâches liées au développement, comme le codage, sont perçues comme enrichissantes, tandis que les tâches moins valorisées, voire fastidieuses, incluent généralement des activités de coordination organisationnelle, comme la participation à des réunions. Si l'on se réfère à cette classification, l'IA est plus à même d'aider dans les tâches enrichissantes que fastidieuses, telles que les définissent les personnes interrogées.

D'après les données qualitatives de nos entretiens, nous avons constaté que, lorsqu'ils répondaient à la question du modérateur sur le "sens" de leur travail, les participants évaluaient fréquemment leur activité en fonction de son impact sur les autres.

Cette observation est renforcée par deux années de preuves issues des rapports DORA, démontrant l'impact extrêmement

bénéfique de l'approche axée sur l'utilisateur sur la satisfaction au travail.

Par exemple, P10¹² a indiqué avoir récemment pris la décision de changer de poste pour "avoir un impact sur un plus grand nombre de personnes, et donc sur plus de choses". De la même manière, P11 a déclaré : "Créer quelque chose à partir de rien et le voir livré à un utilisateur ou à un client procure une réelle satisfaction. Cela permet de se dire qu'on a produit quelque chose que les gens utilisent."

Comprendre que le "sens" du travail de développement découle de l'impact des solutions créées (et non directement de l'écriture du code) explique pourquoi nous avons observé que les personnes interrogées se sentaient plus satisfaites de leur travail, même en passant moins de temps sur des tâches enrichissantes.

Si l'IA rend les tâches considérées comme enrichissantes plus faciles et rapides, elle n'aide pas vraiment à accomplir celles qui sont moins appréciées. Le fait que les tâches fastidieuses et le surmenage restent inchangés, quelle que soit l'adoption de l'IA, révèle que celle-ci est encore incapable de nous éviter les lourdeurs des réunions, de la bureaucratie et de nombreuses autres tâches répétitives (Figure 8).

Heureusement, l'IA n'a pas aggravé la situation et n'a pas eu d'impact négatif sur le bien-être des personnes interrogées.

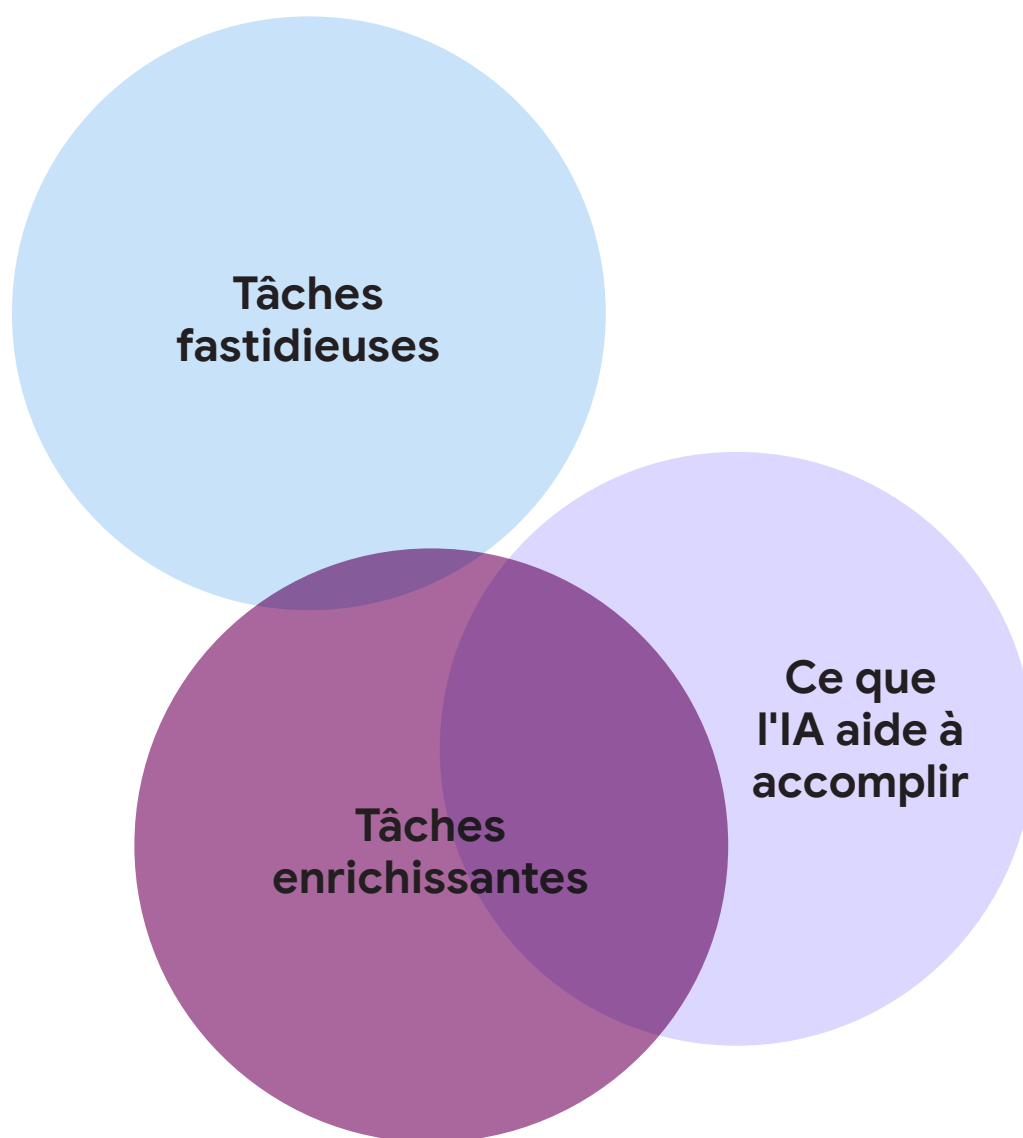


Figure 8 : Pas des données, mais une illustration de notre hypothèse : l'IA facilite le travail enrichissant, mais n'aide pas à accomplir les tâches répétitives

L'impact prometteur de l'IA sur les workflows de développement

La section précédente portait sur des résultats axés sur les individus. Nous allons maintenant nous pencher sur des résultats liés aux processus, aux codebases et à la coordination des équipes. Voici la liste des aspects que nous avons mesurés :

Complexité du code	Degré auquel la sophistication et la complexité du code entravent la productivité
Dette technique	Impact de la dette technique existante au sein de l'application ou du service principal sur la productivité des six derniers mois
Vitesse de revue du code	Délai moyen de finalisation d'une revue de code pour l'application ou le service principal
Vitesse d'approbation	Délai moyen entre la proposition d'un changement de code et son approbation pour une utilisation en production dans l'application ou le service principal
Coordination des équipes pluridisciplinaires	Niveau d'accord avec l'énoncé : "Au cours des trois derniers mois, j'ai été en mesure de collaborer efficacement avec des membres d'équipes pluridisciplinaires."
Qualité du code	Niveau de satisfaction ou d'insatisfaction concernant la qualité du code sous-jacent à l'application ou au service principal au cours des six derniers mois
Qualité de la documentation	Perception de la documentation interne (manuels, fichiers README, commentaires de code) en termes de fiabilité, de découvrabilité, d'actualisation et d'utilité

Comme précédemment, notre objectif est de déterminer si ces aspects varient en fonction de l'adoption de l'IA. La Figure 9 illustre comment ces résultats changent avec une augmentation de 25 % de l'adoption de l'IA, selon nos meilleures estimations.

Dans l'ensemble, les tendances observées ici sont très favorables à l'IA. Voici les principaux enseignements de cette section :

Une augmentation de 25 % de l'adoption de l'IA est associée à...

une augmentation de 7,5 % de la qualité de la documentation,

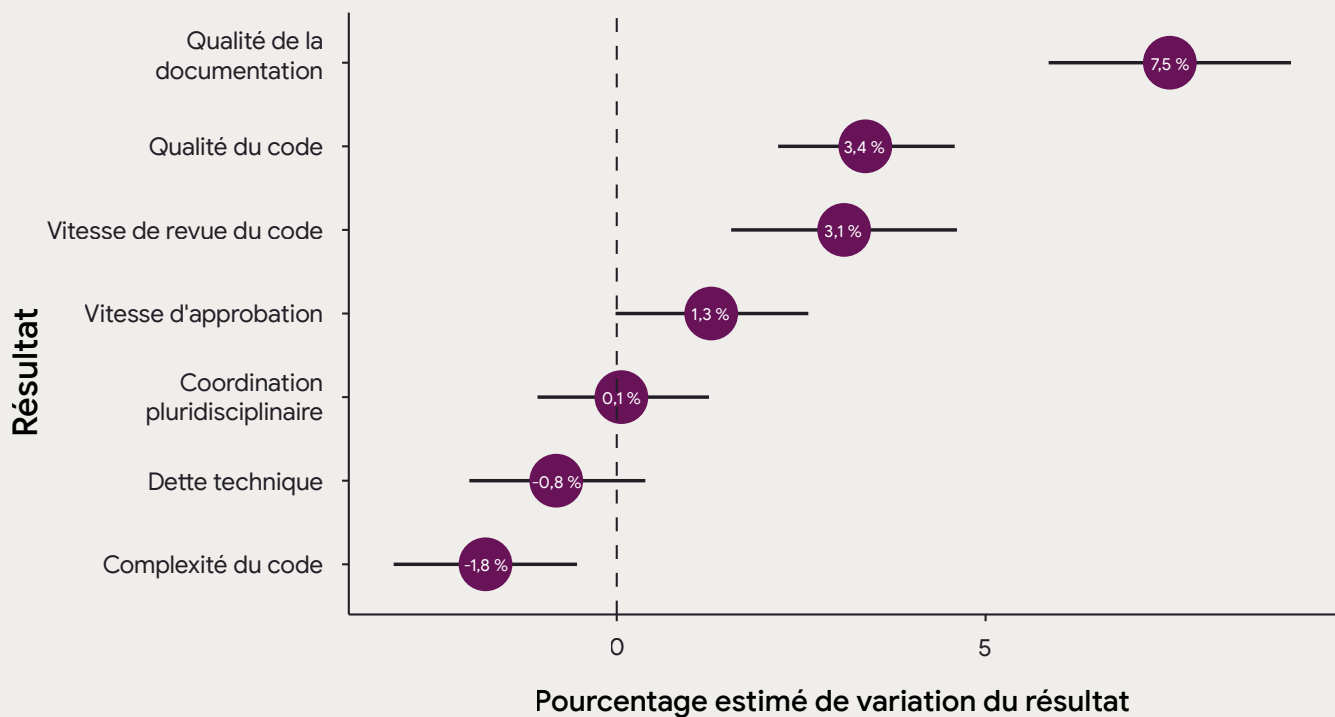
une augmentation de 3,4 % de la qualité du code,

une augmentation de 3,1 % de la vitesse de revue du code,

une augmentation de 1,3 % de la vitesse d'approbation,

une diminution de 1,8 % de la complexité du code.

Si l'adoption de l'IA augmente de 25 %...



Point = Valeur estimée

Barre d'erreur = Intervalle d'incertitude de 89 %

Figure 9 : Impact de l'adoption de l'IA sur les organisations

Les données du chapitre "[Intelligence artificielle : adoption et attitudes](#)" montrent que l'utilisation la plus courante de l'IA concerne l'écriture de code. 67 % des personnes interrogées déclarent que l'IA les aide à améliorer leur code. Nous voyons ici une confirmation supplémentaire de cette perception. L'IA semble améliorer la qualité du code et en réduire la complexité (Figure 9). Combiné à une éventuelle refactorisation de l'ancien code, le code de haute qualité généré par l'IA pourrait aboutir à un codebase globalement meilleur. Le codebase pourrait également être amélioré par un meilleur accès à une documentation de qualité, générée à l'aide de l'IA (voir le chapitre [Intelligence artificielle : adoption et attitudes](#)).

Un code de meilleure qualité est plus facile à examiner et à approuver. Associées à des revues de code assistées par l'IA, les revues et approbations peuvent être effectuées plus rapidement, une tendance qui ressort clairement des données (Figure 9).

Bien sûr, l'accélération des revues et approbations de code ne signifie pas nécessairement que les processus correspondants sont plus efficaces ou plus rigoureux. Il est possible que nous gagnions en rapidité en raison d'une dépendance excessive à l'IA dans ces processus ou d'une confiance un peu trop grande dans le code généré par l'IA. Cette constatation n'est pas en contradiction avec les tendances de la Figure 9, mais elle n'est pas non plus évidente.

En outre, on peut se demander si la qualité du code et de la documentation s'améliore parce que l'IA les génère ou si

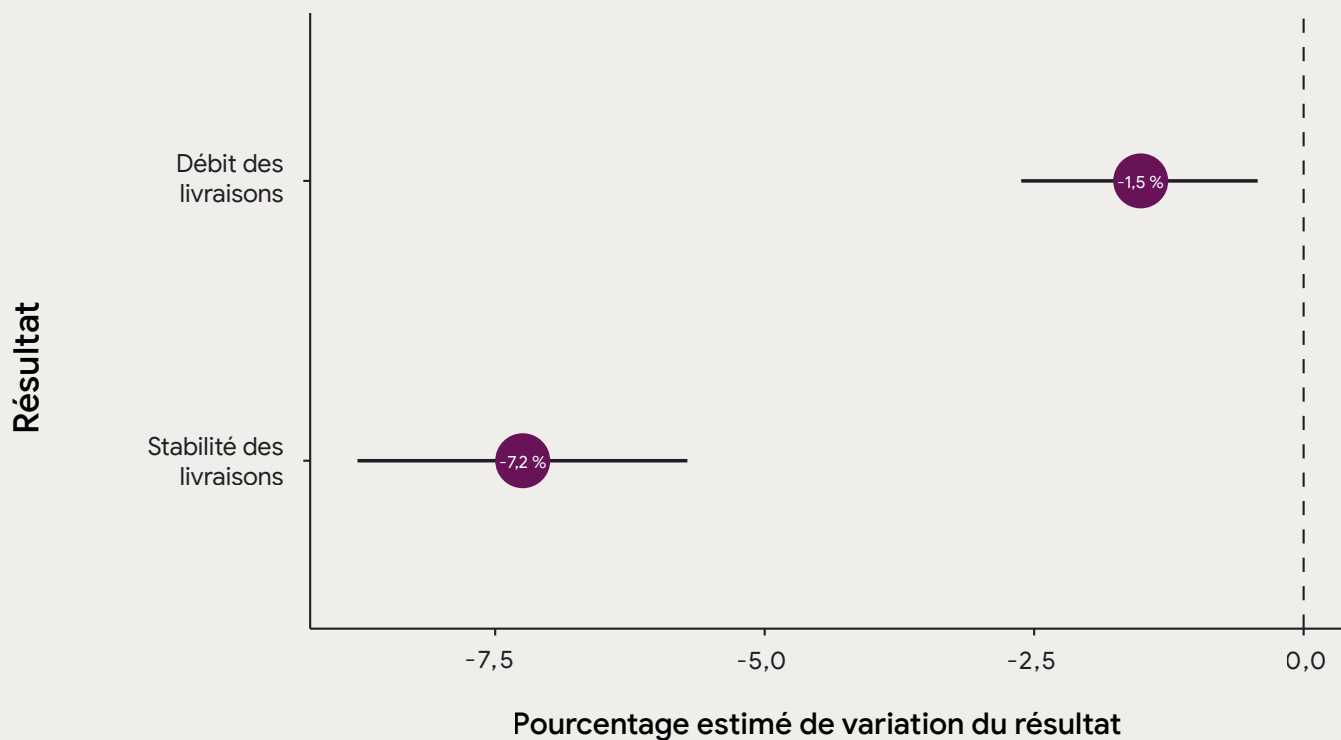
l'IA améliore notre capacité à exploiter ce qui aurait autrement été considéré comme du code et une documentation de faible qualité. Peut-être que le seuil de ce que nous considérons comme du code et de la documentation de qualité baisse légèrement lorsque nous utilisons l'IA parce qu'elle est suffisamment puissante pour nous aider à les comprendre ? Ces deux façons d'interpréter ces tendances ne s'excluent pas mutuellement. Elles pourraient toutes deux y contribuer.

Ce qui semble clair dans ces tendances, c'est que l'IA aide les utilisateurs à mieux exploiter des documents et des codebases. L'IA aide également à réduire les goulots d'étranglement coûteux dans les processus de revue et d'approbation de code. Ce qui n'est pas évident, c'est comment exactement l'IA conduit à ces résultats et si ceux-ci mènent à d'autres avantages en aval, tels que des améliorations dans la livraison de logiciels.

L'IA nuit aux performances de livraison

Ces dernières années, nous avons observé que les indicateurs de débit et de stabilité de livraison de logiciels n'étaient plus totalement corrélés. Bien que l'association classique entre débit et stabilité persiste, des preuves émergentes donnent à penser que ces facteurs fonctionnent avec une indépendance suffisante pour justifier une considération distincte.

Si l'adoption de l'IA augmente de 25 %...



Point = Valeur estimée

Barre d'erreur = Intervalle d'incertitude de 89 %

Figure 10 : Impact de l'adoption de l'IA sur le débit et la stabilité de livraison

Contrairement à nos attentes, nos conclusions indiquent que l'adoption de l'IA a un impact négatif sur les performances de livraison de logiciels. Nous observons que l'effet sur le débit de livraison est modéré, mais probablement négatif (une réduction estimée à 1,5 % pour chaque augmentation de 25 % de l'adoption de l'IA). L'impact négatif sur la stabilité de livraison est plus important (une réduction estimée à 7,2 % pour chaque augmentation de 25 % de l'adoption de l'IA). Ces données sont illustrées dans la Figure 10.

Auparavant, nos recherches avaient montré que les améliorations apportées au processus de développement logiciel, comme une meilleure qualité de documentation et de code, une accélération des revues de code et des approbations, ainsi qu'une réduction de la complexité du code, conduisaient à de meilleures performances de livraison. Nous avons donc été surpris de constater que l'IA améliorait les mesures de ce processus, tout en semblant nuire à nos indicateurs de performances, le débit et la stabilité de livraison.

En nous basant sur les résultats des années précédentes, nous émettons l'hypothèse que le changement de paradigme fondamental introduit par l'IA en termes de productivité et de rapidité de génération de code peut avoir conduit les utilisateurs à oublier l'un des principes de base de DORA : l'importance des petites tailles de lots. En effet, comme l'IA permet aux personnes interrogées de produire beaucoup plus de code dans le même laps de temps, il est possible, voire probable, que la taille

des listes de modifications ait augmenté. DORA a plusieurs fois démontré que les changements de grande taille sont plus lents et plus susceptibles de créer de l'instabilité.

En résumé, nos données suggèrent qu'un meilleur processus de développement n'améliore pas automatiquement la livraison de logiciels, du moins pas sans respecter les bases d'une livraison réussie : des lots de petite taille et des mécanismes de test robustes.

L'impact positif de l'IA sur de nombreux facteurs individuels et organisationnels essentiels à des performances de livraison de logiciels élevées inspire un certain optimisme. Cependant, l'IA ne semble pas être une solution miracle.



Les équipes et organisations performantes utilisent l'IA, mais les produits n'en tirent pas de bénéfices clairs

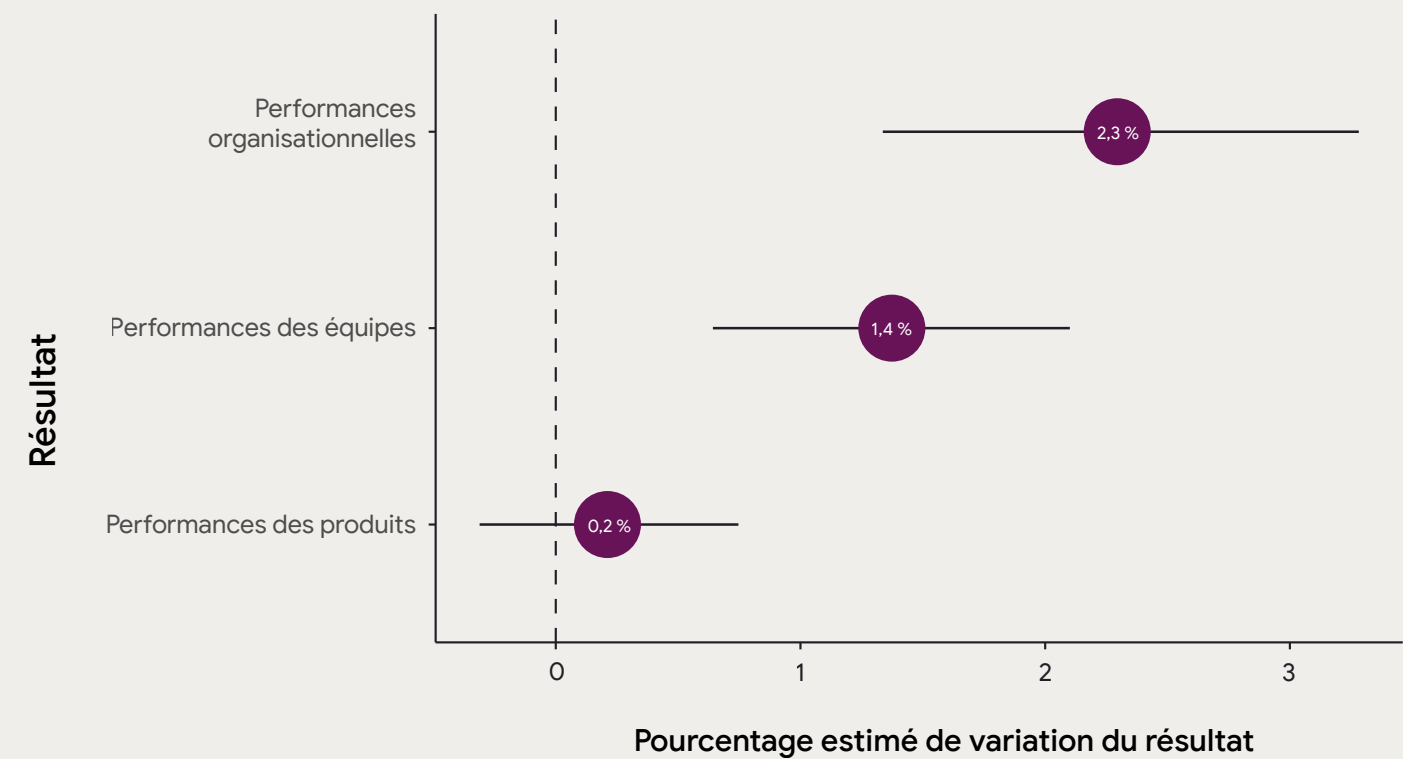
Nous examinons ici la relation entre l'IA et nos résultats les plus en aval :

Performances organisationnelles	Score factoriel tenant compte des performances globales d'une organisation : rentabilité, part de marché, nombre total de clients, efficacité opérationnelle, satisfaction client, qualité des produits ou services, et capacité à atteindre ses objectifs
Performances des équipes	Score factoriel mesurant la capacité d'une équipe à collaborer, innover, travailler efficacement, s'entraider et s'adapter
Performances des produits	Score factoriel évaluant l'usabilité, la fonctionnalité, la valeur, la disponibilité, les performances (par exemple, la latence) et la sécurité des produits

Faire le lien entre ces résultats et l'adoption de l'IA à un niveau individuel est une tâche délicate et incertaine. Parfois, cela donne l'impression d'analyser l'impact de votre déjeuner d'aujourd'hui sur les performances de votre organisation cette année.

Il existe une logique derrière le passage du micro-niveau (par exemple, une personne) au macro-niveau (par exemple, une organisation). Nous aborderons ce saut inférentiel dans le chapitre [Méthodologie](#). Pour l'instant, examinons simplement les associations :

Si l'adoption de l'IA augmente de 25 %...



Point = Valeur estimée

Barre d'erreur = Intervalle d'incertitude de 89 %

Figure 11. Impact de l'adoption de l'IA sur les performances des organisations, des équipes et des produits

Les performances organisationnelles (hausse estimée de 2,3 % pour chaque augmentation de 25 % de l'adoption de l'IA) et les performances des équipes (hausse estimée de 1,4 % pour chaque augmentation de 25 % de l'adoption de l'IA) ont l'air de bénéficier de l'adoption de l'IA (Figure 11). En revanche, les performances des produits ne semblent pas avoir de lien évident avec l'adoption de l'IA. Essayons maintenant de comprendre les mécanismes sous-jacents à ces effets.

Nous supposons que les facteurs contribuant aux bonnes performances des équipes et des organisations diffèrent de ceux qui influencent les performances des produits.

Les équipes et les organisations s'appuient beaucoup sur la communication, le partage des connaissances, la prise de décision et une culture saine. L'IA pourrait atténuer certains goulots d'étranglement dans ces domaines, ce qui aurait un effet positif sur les équipes et les organisations.

En revanche, la réussite des produits pourrait dépendre de facteurs supplémentaires. Même si l'obtention de produits de qualité repose sur des bases semblables à celles des équipes et des organisations performantes, elle est probablement plus étroitement et directement liée au workflow de développement et à la livraison de logiciels, qui sont potentiellement encore en phase de stabilisation après l'introduction de l'IA.

L'importance particulière des aspects techniques qui sous-tendent un produit de qualité peut en partie expliquer ce

phénomène. Toutefois, une dimension artistique et empathique est également à prendre en compte. Si certains sont persuadés que tout problème peut être résolu par des calculs, des éléments du développement de produits comme la créativité ou la conception de l'expérience utilisateur semblent encore (et peut-être toujours) dépendre fortement de l'intuition et de l'expertise humaines.

Il reste indéniable que les performances des organisations, des équipes et des produits sont interconnectées. Les corrélations bivariées (Pearson) montrent une corrélation positive modérée entre les performances des produits et celles des équipes ($r = 0,56$, intervalle de confiance à 95 % = 0,51 à 0,60) ainsi qu'entre les performances des produits et celles des organisations ($r = 0,47$, intervalle de confiance à 95 % = 0,41 à 0,53).

Ces résultats s'influencent mutuellement, créant des interdépendances claires. Les équipes performantes ont tendance à développer de meilleurs produits, mais hériter d'un produit médiocre peut entraver leur succès. De même, les organisations performantes favorisent le développement d'équipes performantes grâce à leurs ressources et leurs processus, mais des difficultés organisationnelles peuvent freiner la réussite des équipes. Par conséquent, si l'adoption de l'IA profite de manière significative aux équipes et aux organisations, on peut raisonnablement s'attendre à ce que des bénéfices pour les produits émergent également.

L'adoption de l'IA n'en est qu'à ses débuts. Certains avantages et inconvénients peuvent prendre du temps à se matérialiser, que ce soit en raison de la nature intrinsèque de l'impact de l'IA ou de la phase d'apprentissage associée à une utilisation efficace.

Peut-être devons-nous d'abord maîtriser l'utilisation de l'IA pour soutenir les organisations et les équipes, avant de pouvoir pleinement l'exploiter pour l'innovation et le développement de produits. La Figure 12 tente d'illustrer ce qui pourrait se passer.

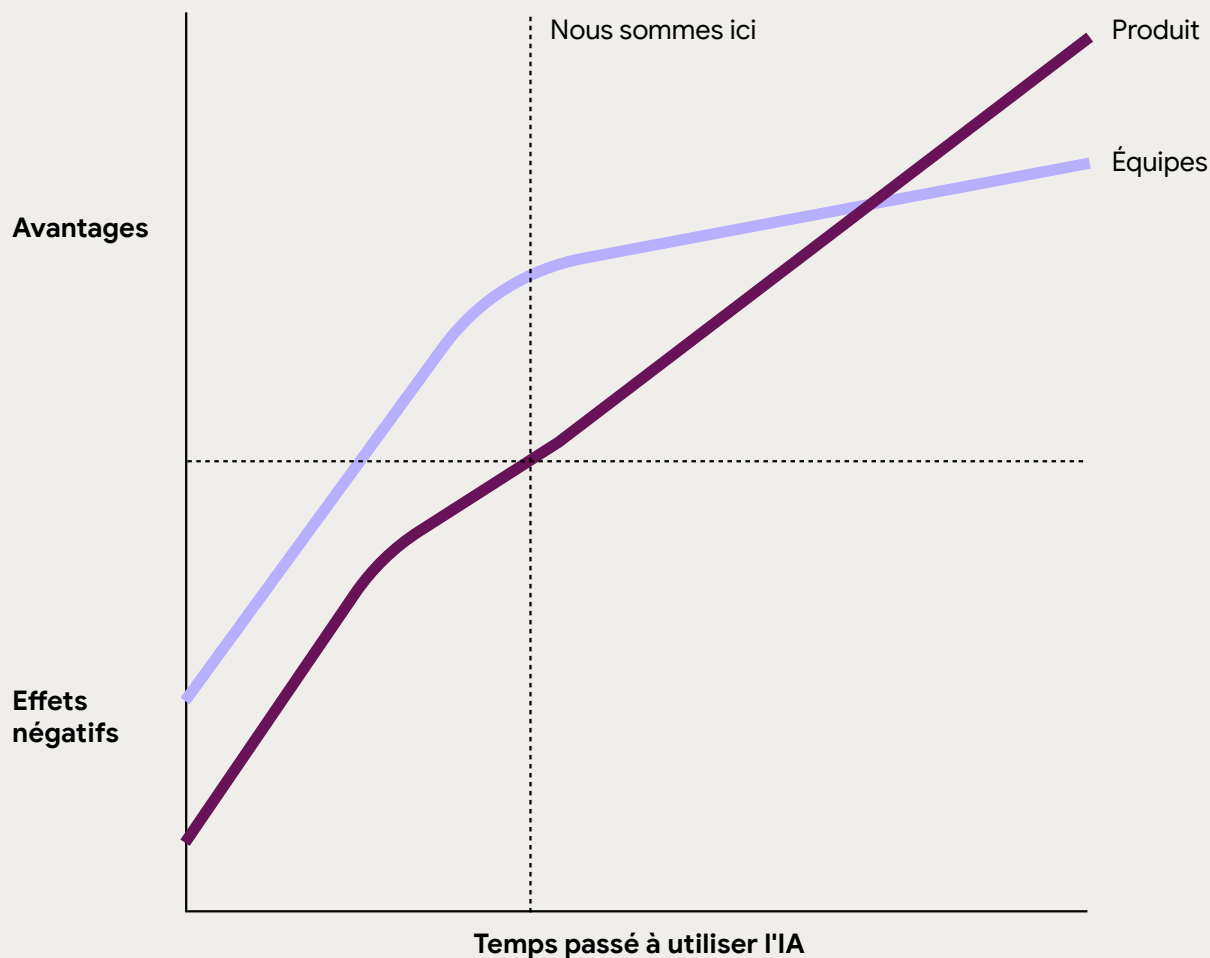


Figure 12 : Représentation des différentes phases d'apprentissage. Ce graphique est une abstraction à des fins de démonstration. Il ne repose pas sur des données réelles.

Et maintenant ?

Nous avons cherché à comprendre le potentiel actuel de l'IA pour aider les individus, les équipes et les organisations. Les tendances émergentes montrent que nous ne sommes pas en train de brasser du vent : il se passe réellement quelque chose.

Les preuves en faveur de l'adoption de l'IA sont claires. Il reste toutefois évident qu'elle s'accompagne de multiples obstacles potentiels, difficultés d'adaptation et risques d'effets néfastes.

Adopter l'IA à grande échelle ne sera probablement pas aussi simple. Une stratégie mesurée, transparente et adaptable pourrait permettre d'obtenir des bénéfices substantiels. Celle-ci devra être élaborée à la fois par les dirigeants, les équipes, les organisations, les chercheurs et les développeurs d'IA.

Les dirigeants et les organisations devront prioriser l'adoption dans les domaines où l'IA pourra soutenir les employés au mieux.

Voici quelques pistes pour orienter votre stratégie d'adoption de l'IA :

Définissez une mission et des stratégies claires concernant l'IA pour renforcer votre organisation et aider vos équipes

Fournissez aux employés des informations transparentes sur votre mission, vos objectifs et votre plan d'adoption de l'IA. En définissant une vision globale accompagnée de stratégies claires, précisant des aspects procéduraux tels que les emplacements autorisés pour le code ou les outils disponibles, il est possible de dissiper les inquiétudes et de positionner l'IA comme un levier pour permettre à chacun de se concentrer sur un travail plus enrichissant, épanouissant et créatif.

Favorisez une culture d'apprentissage continu et d'expérimentation avec l'IA

Créez un environnement qui encourage l'exploration continue des outils d'IA en allouant du temps aux individus et aux équipes pour identifier des cas d'utilisation pertinents, tout en leur accordant l'autonomie nécessaire pour qu'ils s'organisent à leur façon. Renforcez la confiance envers les technologies d'IA grâce à des expériences pratiques dans des bacs à sable ou des environnements à faible risque. Envisagez de réduire encore plus les risques en développant des systèmes d'automatisation des tests robustes. Mettez en place un framework de mesure qui évalue l'IA non pas par son taux d'adoption, mais par ses impacts significatifs en aval : comment elle aide les employés à s'épanouir, apporte des avantages aux utilisateurs de vos produits et libère le potentiel des équipes.

Identifiez les compromis de l'IA et exploitez-les pour en faire un avantage concurrentiel

En tenant compte des inconvénients potentiels (la diminution du temps passé sur des tâches enrichissantes, une dépendance excessive à l'IA, le risque que les avantages obtenus dans un domaine créent des difficultés dans un autre, ou encore les impacts sur la stabilité et le débit des livraisons de logiciels), vous pouvez identifier des opportunités pour éviter les écueils et orienter positivement la trajectoire de l'IA au sein de votre organisation ou équipe. Comprendre non seulement les bénéfices de l'IA, mais aussi ses limites, permet d'accélérer les phases d'apprentissage, de soutenir l'exploration et de transformer ces enseignements en actions concrètes, pour en faire un véritable avantage concurrentiel.

Il y a indéniablement de quoi se réjouir, mais aussi encore beaucoup à découvrir. Par le biais de DORA, nous continuerons à suivre ces évolutions et ferons de notre mieux pour vous présenter des perspectives honnêtes, précises et utiles, comme nous l'avons fait ces 10 dernières années.

¹. <https://www.goldmansachs.com/insights/top-of-mind/gen-ai-too-much-spend-too-little-benefit>

². <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand>

³. <https://www.washington.edu/news/2023/07/27/how-much-energy-does-chatgpt-use/>

⁴. <https://www.gatesnotes.com/The-Age-of-AI-Has-Begun>

⁵. <https://www.businessinsider.com/ai-chatgpt-homework-cheating-machine-sam-altman-openai-2024-8>

⁶. <https://www.safe.ai/work/statement-on-ai-risk>

⁷. <https://github.blog/news-insights/research/research-quantifying-github-copilots-impact-on-developer-productivity-and-happiness/>

⁸. https://www.gitclear.com/coding_on_copilot_data_shows_ais_downward_pressure_on_code_quality

⁹. <https://www.nytimes.com/2024/04/15/technology/ai-models-measurement.html>

¹⁰. <https://dora.dev/capabilities>

¹¹. Nous devons préciser que notre approche n'est pas entièrement inédite, mais qu'elle l'est relativement dans ce domaine.

¹². (P[N]), par exemple (P1), correspond au pseudonyme des participants aux entretiens.

Ingénierie des plates-formes



Introduction

L'ingénierie des plates-formes est une discipline émergente qui suscite un intérêt croissant et une dynamique de plus en plus grande dans le domaine du développement logiciel. Des leaders du secteur, comme Spotify et Netflix, ainsi que des ouvrages tels que *Team Topologies*¹ ont créé l'enthousiasme autour de ce sujet.

L'ingénierie des plates-formes est une discipline sociotechnique où les ingénieurs se concentrent sur l'intersection entre les interactions sociales des équipes et les aspects techniques liés à l'automatisation, au libre-service et à la reproductibilité des processus. Les concepts fondamentaux de cette discipline sont étudiés depuis de nombreuses années, y compris par DORA.

En général, nos recherches s'intéressent à la manière de livrer un logiciel à des utilisateurs externes, tandis que les équipes de plates-formes produisent généralement un ensemble d'API, d'outils et de services à usage interne, destinés à soutenir le cycle de vie des opérations et du développement logiciels.

Dans ce contexte, une grande partie de l'énergie et de l'attention est consacrée à l'amélioration de l'expérience des développeurs en créant des voies optimales : des workflows hautement automatisés et en libre-service, que les utilisateurs de la plate-forme suivent lorsqu'ils interagissent avec les ressources nécessaires pour livrer et gérer des applications. Leur objectif est de simplifier les complexités liées à la conception et à la livraison de logiciels, afin que les développeurs puissent se concentrer uniquement sur le code.

Les voies optimales permettent par exemple d'automatiser le provisionnement de nouvelles applications et de bases de données, la gestion des schémas, l'exécution de tests, le provisionnement des infrastructures de compilation et de déploiement, ainsi que la gestion des DNS.

Certains concepts de l'ingénierie des plates-formes, comme le déplacement d'une capacité vers le bas (shift down)² dans un système partagé peuvent sembler aller à l'encontre du modèle "you build it, you run it". Cependant, nous voyons l'ingénierie des plates-formes comme une méthode permettant de généraliser ces pratiques à l'échelle d'une organisation : une fois une capacité intégrée à la plate-forme, les équipes en bénéficient gratuitement en adoptant cette plate-forme.

Par exemple, si la plate-forme offre la possibilité d'exécuter des tests unitaires et d'en transmettre directement les résultats aux équipes de développement, sans

qu'elles n'aient besoin de compiler ni de gérer l'environnement d'exécution des tests, alors cette fonctionnalité de la plate-forme d'intégration continue permet aux équipes de se concentrer sur l'écriture de tests de haute qualité. Dans cet exemple, la fonctionnalité d'intégration continue peut se généraliser à l'ensemble de l'organisation. Ainsi, de nombreuses équipes peuvent améliorer plus facilement les capacités de tests continus³ et d'automatisation des tests⁴.

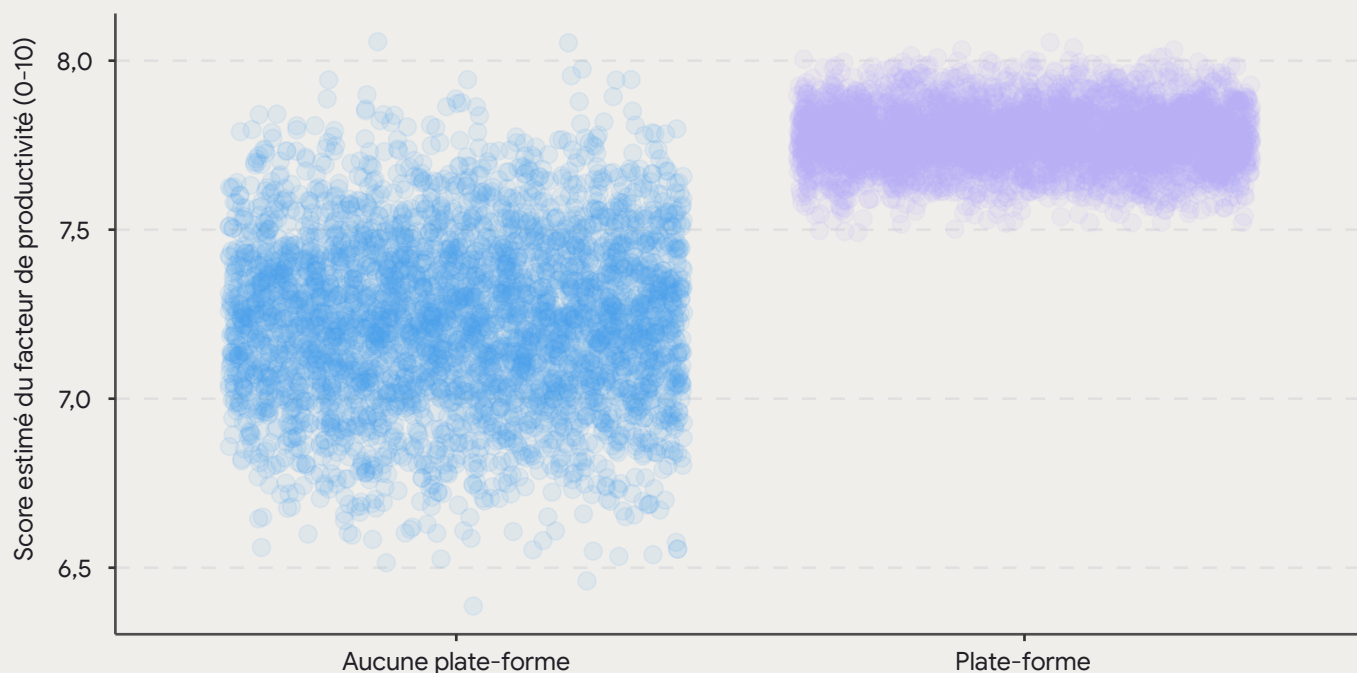


Un facteur clé de réussite consiste à aborder l'ingénierie des plates-formes en mettant l'accent sur l'utilisateur (dans le contexte des plates-formes de développement internes, les utilisateurs sont les développeurs), l'indépendance des développeurs et une approche orientée produit. Ce constat n'est pas très surprenant, étant donné qu'une approche axée sur l'utilisateur a été identifiée comme un facteur clé d'amélioration des performances organisationnelles cette année et lors des années précédentes⁵. Sans cette approche, la plate-forme risque d'être davantage un obstacle qu'une aide.

Dans le rapport de cette année, nous avons cherché à analyser la relation entre les plates-formes et les performances opérationnelles et de livraison de logiciels. Nous avons observé des résultats positifs. Les utilisateurs de

plates-formes de développement internes ont obtenu des niveaux de productivité individuelle supérieurs de 8 % et des performances d'équipes supérieures de 10 %. De plus, les performances opérationnelles et de livraison de logiciels d'une organisation augmentent de 6 % avec l'utilisation d'une plate-forme. Cependant, ces gains s'accompagnent de certains inconvénients. Étonnamment, le débit et la stabilité des modifications ont diminué respectivement de 8 % et 14 %.

Dans les sections suivantes, nous examinerons plus en détail les chiffres, les nuances et certaines données étonnantes révélées par cette enquête. Que votre initiative d'ingénierie des plates-formes soit récente ou qu'elle existe depuis de nombreuses années, mettre en pratique ces principaux enseignements peut renforcer le succès de votre plate-forme.



Chaque point représente l'une des 8 000 estimations du score moyen de productivité le plus plausible.

Figure 13 : Facteur de productivité des personnes utilisant ou non une plate-forme de développement interne

La promesse de l'ingénierie des plates-formes

Les plates-formes de développement internes suscitent un intérêt croissant dans les secteurs du développement logiciel et de l'informatique, en raison des gains potentiels en efficacité et en productivité qu'elles peuvent offrir. Lors de notre enquête de cette année, nous avons volontairement formulé une définition large⁶ pour les plates-formes de développement internes et constaté que 89 % des personnes interrogées en utilisaient une. Cependant, les modèles d'interaction varient considérablement au sein de cette population.

Ces données reflètent l'intérêt général du secteur pour l'ingénierie des plates-formes et la nature émergente de ce domaine.

Globalement, l'impact d'une plate-forme de développement interne est positif : les individus voient leur productivité augmenter de 8 % et les équipes enregistrent une amélioration des performances de 10 %.

Au-delà de la productivité, des gains sont également observés au niveau des performances globales de l'organisation, avec une hausse de 6 %. Dans l'ensemble, la plate-forme permet à l'organisation de livrer rapidement des logiciels, de répondre aux besoins des utilisateurs et de générer de la valeur commerciale.

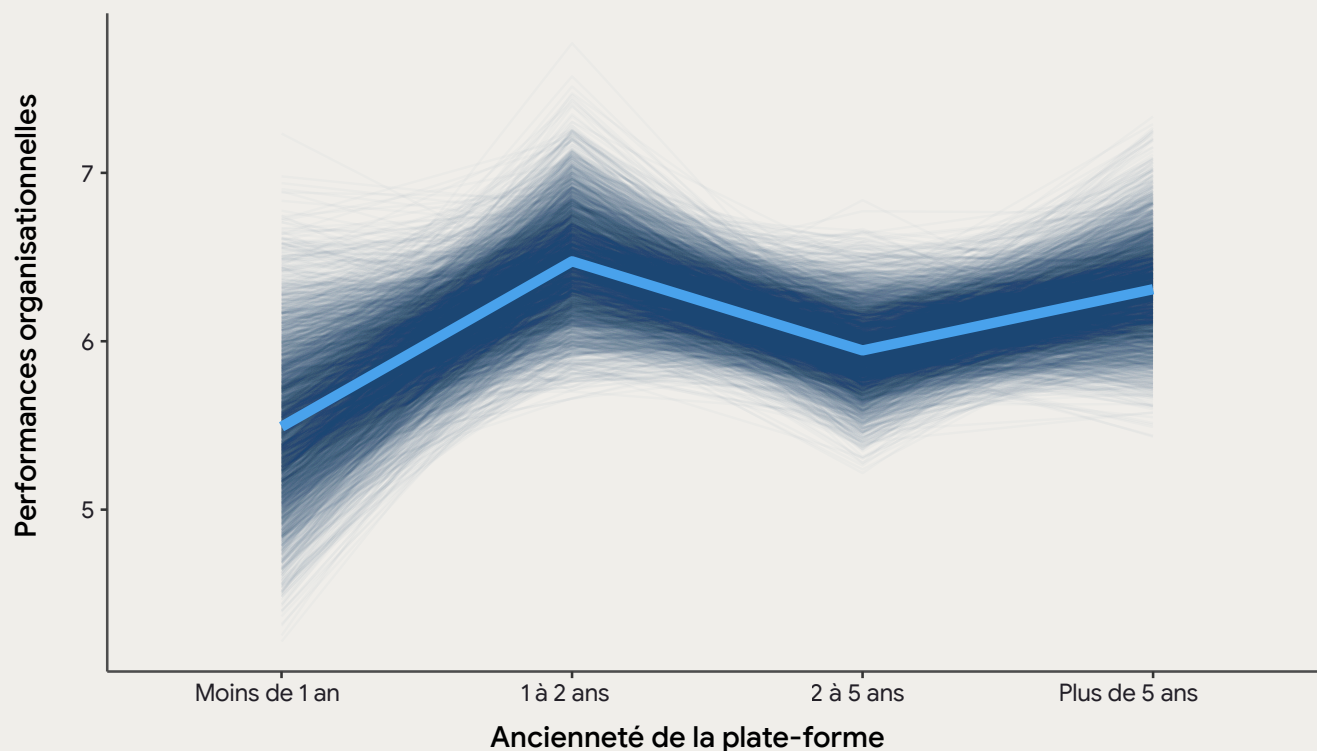


Figure 14 : Évolution des performances organisationnelles en fonction de l'utilisation d'une plate-forme de développement interne et de son ancienneté

En prenant en compte l'ancienneté de la plate-forme et sa relation avec la productivité, nous observons des gains initiaux lors du lancement d'une initiative d'ingénierie des plates-formes, suivis d'une diminution, puis d'une reprise à mesure que la plate-forme vieillit et gagne en maturité. Cette tendance est typique des initiatives de transformation, qui enregistrent des gains à leurs débuts, mais rencontrent des obstacles par la suite.

À long terme, les gains de productivité se maintiennent, ce qui montre le potentiel global d'une plate-forme de développement interne dans les processus opérationnels et de livraison de logiciels.



Résultat clé : l'impact de l'indépendance des développeurs

L'indépendance des développeurs a un impact significatif sur le niveau de productivité, tant à l'échelle individuelle qu'au niveau des équipes, lors de la livraison de logiciels à l'aide d'une plate-forme de développement interne. L'indépendance des développeurs est définie comme "la capacité des développeurs à accomplir leurs tâches tout au long du cycle de vie des applications sans dépendre d'une équipe fonctionnelle".

Au niveau des équipes comme des individus, nous constatons une amélioration de la productivité de 5 % lorsque les utilisateurs de la plate-forme peuvent accomplir leurs tâches sans faire appel à une équipe fonctionnelle. Cette observation renvoie à l'un des principes fondamentaux de l'ingénierie des plates-formes : mettre l'accent sur l'autonomie grâce à des workflows en libre-service.

Pour les équipes en charge des plates-formes, cette indépendance est essentielle et souligne l'importance de recueillir l'avis des utilisateurs. Les réponses à l'enquête n'ont pas indiqué quelles formes de retours étaient les plus efficaces, mais les méthodes courantes incluent les conversations informelles et les outils de suivi des problèmes, ainsi que le codéveloppement continu, les sondages, la télémétrie et les entretiens.

Toutes ces méthodes permettent d'évaluer efficacement si les utilisateurs peuvent accomplir leurs tâches de manière autonome. Les données de l'enquête ont également montré que le fait de ne pas recueillir de commentaires concernant la plate-forme avait un impact négatif.

Résultat secondaire : l'impact d'une équipe dédiée à la plate-forme

Fait intéressant : la présence d'une équipe dédiée à la plate-forme a un impact négligeable sur les individus. Cependant, au niveau des équipes, elle se traduit par un gain de productivité de 6 %. Ce constat est surprenant en raison de son impact inégal, qui suggère qu'avoir une équipe dédiée à la plate-forme est utile pour les individus, mais que l'impact est plus marqué sur les équipes dans leur ensemble.

Les équipes, composées de plusieurs développeurs avec des responsabilités et des compétences variées, ont naturellement un éventail de tâches plus large qu'un ingénieur seul. Il est possible qu'une équipe dédiée à l'ingénierie des plates-formes permette à la plate-forme de mieux répondre à la diversité des tâches d'une équipe.

Dans l'ensemble, la mise en place d'une plate-forme de développement interne a un impact positif sur la productivité.

Facteurs clés :

Une approche axée sur l'utilisateur permettant aux développeurs d'être indépendants grâce à des workflows en libre-service qui peuvent être effectués de manière autonome est essentielle. Rappelons que, dans le contexte des plates-formes, les utilisateurs sont les équipes d'ingénierie et de développement internes.

Comme pour d'autres transformations, la courbe en J s'applique également à l'ingénierie des plates-formes : les gains de productivité se stabilisent grâce à l'amélioration continue.

L'inconvénient inattendu

Bien que l'ingénierie des plates-formes offre indéniablement des avantages, en particulier sur le plan de la productivité des équipes et des individus ainsi qu'en termes d'amélioration des performances organisationnelles, elle présente également un inconvénient inattendu : une diminution du débit et de la stabilité des modifications.

De manière surprenante, nous avons également découvert un lien intéressant entre l'instabilité des modifications et le surmenage.

Débit

Concernant le débit, nous avons constaté une baisse d'environ 8 % dans les cas où une plate-forme est utilisée. Plusieurs hypothèses pourraient expliquer cette diminution.

Premièrement, les mécanismes supplémentaires par lesquels les modifications doivent passer avant d'être déployées en production ralentissent leur débit global. En général, lorsqu'une plate-forme de développement interne est utilisée pour compiler et livrer des logiciels, le nombre de "transferts" entre systèmes, et donc implicitement entre équipes, augmente.

Par exemple, après l'envoi d'un commit dans le contrôle des sources, le code est automatiquement pris en charge par différents systèmes (test, vérifications de sécurité, déploiement et surveillance).

Chacun de ces transferts peut introduire des délais dans le processus global, ce qui réduit le débit tout en augmentant la capacité à accomplir les tâches.

Deuxièmement, parmi les personnes interrogées qui ont indiqué qu'elles devaient "utiliser exclusivement la plate-forme pour effectuer les tâches liées au cycle de vie complet de l'application", une baisse de 6 % du débit a été observée. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une relation avérée, il pourrait y avoir un lien avec la première hypothèse.

Si les systèmes et outils nécessaires au développement et à la livraison de logiciels se multiplient avec la présence d'une plate-forme, l'obligation d'utiliser cette plate-forme (même si elle n'est peut-être pas adaptée ou si elle augmente naturellement la latence au cours du processus) pourrait expliquer la corrélation entre exclusivité et diminution de la productivité.

Pour remédier à cela, il est essentiel d'adopter une approche axée sur l'utilisateur et de favoriser son indépendance dans vos initiatives d'ingénierie des plates-formes.

Instabilité des modifications et surmenage

Lorsque nous avons examiné la stabilité des modifications des applications développées et gérées à l'aide d'une plate-forme interne, nous avons observé une baisse surprenante de 14 %. Le taux d'échec des modifications et le taux de correction augmentent donc considérablement lorsqu'une plate-forme est utilisée.

Plus intéressant encore, les résultats révèlent que l'instabilité combinée à l'utilisation d'une plate-forme est liée à des niveaux plus élevés de surmenage. Cela ne signifie pas que les plates-formes provoquent directement le surmenage, mais que les combiner avec l'instabilité est particulièrement problématique à cet égard. Comme pour la diminution du débit, nous ne savons pas exactement pourquoi cette augmentation du surmenage se produit, mais nous avons quelques hypothèses.

Premièrement, la plate-forme permet aux développeurs et aux équipes de déployer des modifications avec une plus grande confiance, sachant qu'en cas de problème, elles peuvent être corrigées rapidement. Dans ce cas, un niveau d'instabilité plus élevé n'est pas forcément problématique, car la plate-forme donne aux équipes les moyens de tester et de livrer des modifications. Résultat, les taux d'échec et de correction augmentent.

Une deuxième hypothèse est que la plate-forme n'est pas efficace pour garantir la qualité des modifications et/ou des déploiements en production.

Il est également possible que la plate-forme comporte une capacité de tests automatiques qui exécute les tests inclus

dans l'application. Cependant, les équipes chargées des applications n'exploitent pas pleinement cette capacité : elles privilégient le débit plutôt que la qualité et n'améliorent pas leurs tests. Dans les deux cas, de mauvaises modifications parviennent à passer au travers du processus, ce qui entraîne des tâches de correction.

Une troisième possibilité est que les équipes confrontées à un haut niveau d'instabilité des modifications et de surmenage ont tendance à créer des plates-formes pour tenter de résoudre ces problèmes. Cette hypothèse repose sur l'idée que l'ingénierie des plates-formes est souvent vue comme un moyen de réduire le surmenage et de livrer des petites modifications plus efficacement. Dans ce cas, l'ingénierie des plates-formes est symptomatique d'une organisation confrontée à des problèmes de surmenage et d'instabilité des modifications.

Dans les deux premiers scénarios, le travail de correction permis par la plate-forme peut être perçu comme une charge supplémentaire, ce qui peut également accroître le surmenage. Le deuxième scénario, dans lequel la plate-forme permet de mauvaises modifications, contribuerait particulièrement à une augmentation du surmenage. Cependant, dans ces deux cas, l'équipe ou l'individu pourrait toujours se sentir productif de par sa capacité à déployer des modifications et des fonctionnalités. Dans le troisième scénario, l'instabilité des modifications et le surmenage préfigurent une initiative d'ingénierie des plates-formes, qui est alors perçue comme une solution à ces problèmes.

Atténuer les effets des compromis

Si l'ingénierie des plates-formes n'est pas une solution miracle, elle peut se révéler une discipline puissante pour les processus opérationnels et de développement globaux. Comme toute discipline, elle présente des avantages et des inconvénients.

D'après nos recherches, il existe quelques actions que vous pouvez entreprendre pour atténuer les effets négatifs des compromis à faire lorsque vous lancez une initiative d'ingénierie des plates-formes. Ces mesures permettront à votre organisation de maximiser les avantages de l'ingénierie des plates-formes tout en veillant à en maîtriser les éventuels inconvénients.

Premièrement, donnez la priorité aux fonctionnalités de la plate-forme qui favorisent l'autonomie des développeurs et les capacités en libre-service. Soyez alors attentif à l'obligation d'utiliser exclusivement la plate-forme pour tous les aspects du cycle de vie de l'application, qui pourrait nuire à l'indépendance des développeurs.

Une bonne pratique consiste à offrir des solutions permettant aux utilisateurs de sortir des outils et automatisations proposés par la plate-forme. Mais si celle-ci favorise l'indépendance, elle peut également accroître la complexité. Ce compromis peut être atténué par la présence d'une équipe dédiée à la plate-forme, qui collabore activement avec ses utilisateurs et recueille leurs avis.

La collaboration et les commentaires permettent de mieux axer la plate-forme sur l'utilisateur, contribuant ainsi à sa réussite sur le long terme. Comme le montrent les données, il existe de nombreuses méthodes pour recueillir des commentaires. Combinez-en plusieurs pour maximiser leur efficacité.

Deuxièmement, surveillez attentivement l'instabilité des modifications apportées à vos applications et essayez de comprendre si celle-ci est intentionnelle. Les plates-formes ont le potentiel de favoriser l'expérimentation (celle-ci pouvant être source d'instabilité), d'accroître la productivité et d'améliorer les performances à grande échelle.

Cependant, cette instabilité peut aussi entraîner des effets indésirables, comme le surmenage. Elle doit donc être surveillée et gérée rigoureusement tout au long du parcours d'ingénierie des plates-formes. Il est alors crucial de définir votre tolérance à l'instabilité. L'utilisation d'objectifs de niveau de service (SLO) et de marges d'erreur issus de l'ingénierie de la fiabilité des sites (SRE) peut vous aider à évaluer vos seuils de risque et l'efficacité de la plate-forme pour permettre une expérimentation de façon sécurisée.

Les plates-formes de développement internes mettent beaucoup l'accent sur l'expérience des développeurs, mais de nombreuses autres équipes (par exemple, les administrateurs de bases de données, les experts en sécurité et les équipes opérationnelles) jouent un rôle essentiel dans la livraison et l'exploitation efficaces des logiciels.

Dans vos initiatives d'ingénierie des plates-formes, favorisez une culture axée sur l'utilisateur et l'amélioration continue, impliquant toutes les équipes et alignée sur les objectifs de l'organisation.

Les fonctionnalités, services et API de la plate-forme répondront ainsi au mieux aux besoins individuels et collectifs, tout en soutenant la livraison de logiciels et la création de valeur pour l'entreprise.



1. Matthew Skelton et Manuel Pais. 2019. Team Topologies: Organizing Business and Technology Teams for Fast Flow. IT Revolution Press. <https://teamtopologies.com/>
2. <https://cloud.google.com/blog/products/application-development/richard-seroter-on-shifting-down-vs-shifting-left>
3. <https://dora.dev/capabilities/continuous-integration/>
4. <https://dora.dev/capabilities/test-automation/>
5. <https://dora.dev/research/2023/>, <https://dora.dev/research/2016/>
6. <https://dora.dev/research/2024/questions/#platform-engineering>

Expérience développeur



Points à retenir

Les logiciels ne se créent pas tout seuls. Même avec l'assistance de l'IA, ce sont les personnes qui conçoivent les logiciels, et leur expérience professionnelle est essentielle à la réussite des organisations.

Dans le rapport de cette année, nous avons une fois de plus constaté que l'alignement entre ce que les développeurs créent et ce dont les utilisateurs ont besoin favorise la réussite des employés et des organisations. Les développeurs sont plus productifs, moins sujets au surmenage et plus enclins à produire des logiciels de haute qualité lorsqu'ils adoptent une approche axée sur l'utilisateur.

Après tout, les logiciels sont conçus pour des personnes. Il incombe donc aux organisations de créer un environnement où les développeurs peuvent se concentrer sur la création de logiciels qui améliorent l'expérience utilisateur. Nous constatons également que les environnements stables, où les priorités ne changent pas constamment, permettent une augmentation de faible ampleur, mais significative, de la productivité et une diminution importante du surmenage des employés.

Les facteurs environnementaux ont des répercussions considérables sur la qualité des produits développés et sur l'expérience globale des développeurs, dont le rôle est de créer ces produits.

Donnez la priorité à l'utilisateur, et tout le reste (ou presque) suivra

Nous pensons que le métier de développeur est vraiment passionnant. Les développeurs sont à la pointe des avancées technologiques et contribuent à façonner notre manière de vivre, de travailler et d'interagir avec le monde.

Leur activité est intrinsèquement liée aux personnes : les utilisateurs des logiciels et applications qu'ils conçoivent. Cependant, les développeurs travaillent souvent dans des environnements où les priorités sont axées sur les fonctionnalités et l'innovation. On accorde moins d'attention à déterminer si ces fonctionnalités apportent une réelle valeur ajoutée aux utilisateurs finaux.

Nous apportons ici des preuves convaincantes qu'une approche du développement logiciel axée sur l'utilisateur a un impact positif aussi bien sur les employés que sur les organisations.

Cette année, nous avons posé des questions pour comprendre si les développeurs :

1. prenaient en compte les commentaires des utilisateurs pour revoir et réévaluer les priorités des fonctionnalités ;
2. comprenaient ce que les utilisateurs souhaitaient accomplir avec une application ou un service en particulier ;
3. estimaient que se concentrer sur l'utilisateur était essentiel à la réussite de l'entreprise ;
4. estimaient que l'expérience utilisateur était une priorité clé pour l'entreprise.





Nos résultats et leur signification

Nos données montrent clairement que les organisations qui aiguillent leur stratégie en fonction des besoins et des difficultés des utilisateurs créent de meilleurs produits.

Nous constatons que se concentrer sur l'utilisateur améliore la productivité et la satisfaction au travail, tout en réduisant le risque de surmenage.

Surtout, ces avantages ne se limitent pas à l'employé en tant que tel, mais s'étendent à toute l'organisation. Les années précédentes, nous avons souligné que les organisations performantes livraient des logiciels rapidement et de manière fiable. Il en ressortait que les performances de livraison de logiciels étaient une condition de réussite.

Cependant, nos données révèlent une autre approche pour atteindre le succès.

Les développeurs, leurs employeurs et les organisations en général peuvent adopter une approche axée sur l'utilisateur pour le développement logiciel.

Nous constatons que lorsque les organisations connaissent et comprennent les besoins des utilisateurs, la stabilité et le débit de livraison des logiciels ne sont pas des conditions nécessaires pour garantir la qualité des produits. Tant que l'expérience utilisateur reste au cœur des préoccupations, la qualité des produits est élevée.

À l'inverse, lorsque les organisations ne se focalisent pas sur l'utilisateur et ne tiennent pas compte des commentaires dans leur processus de développement, se concentrer sur une livraison stable et rapide reste la seule voie vers une qualité élevée des produits (voir Figure 15).

Nous comprenons que certaines organisations soient tentées de se focaliser sur la création de fonctionnalités et l'innovation technologique. À première vue, cette approche semble logique. Après tout, les développeurs connaissent sans doute mieux les subtilités de la technologie que leur utilisateur type.

Cependant, développer des logiciels en se basant sur des suppositions concernant l'expérience utilisateur augmente la probabilité de créer des fonctionnalités certes attrayantes, mais peu utilisées¹.

Lorsque les organisations et leurs employés comprennent comment leurs utilisateurs appréhendent le monde, ils augmentent leurs chances de concevoir des fonctionnalités qui répondent réellement à leurs besoins. Répondre aux besoins réels des utilisateurs accroît la probabilité que ces fonctionnalités soient effectivement utilisées.

Concentrez-vous sur vos utilisateurs, et vous concevrez des produits de qualité.

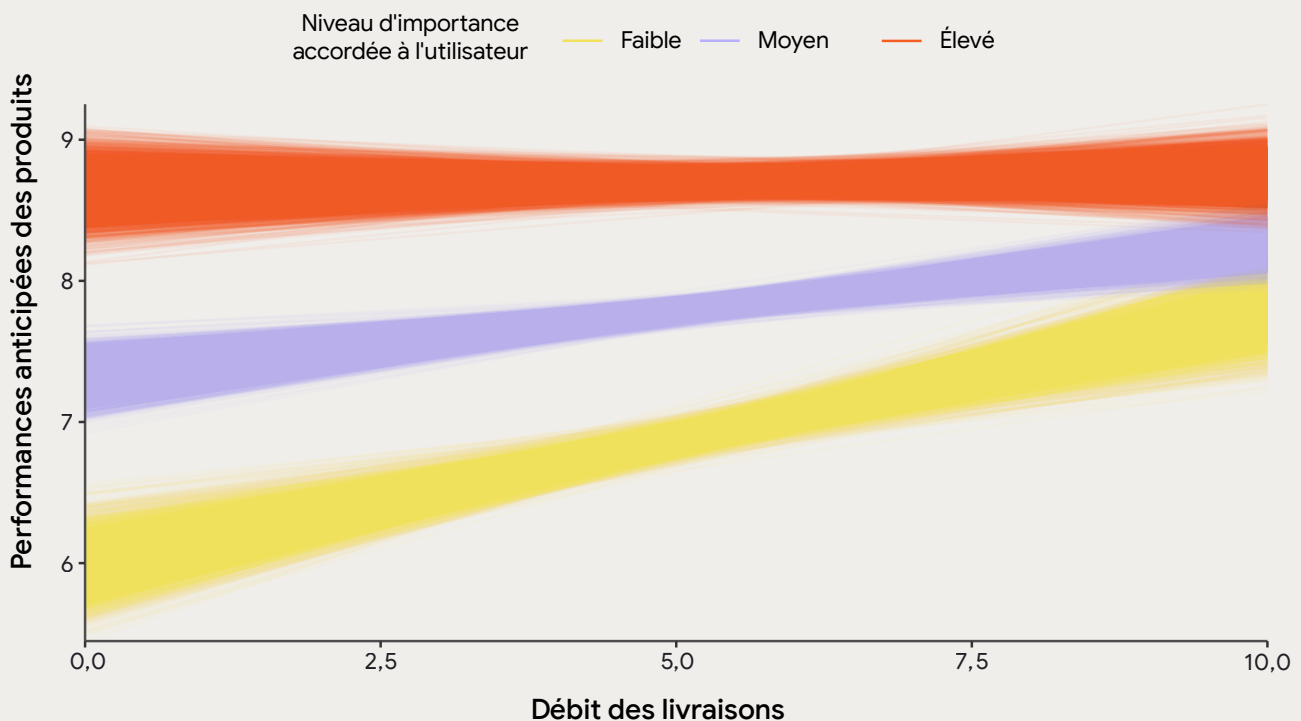


Figure 15 : Performances des produits et débit de livraison selon trois niveaux d'importance accordée à l'utilisateur

Pourquoi une approche axée sur l'utilisateur est-elle une philosophie et une pratique si puissantes pour le développement logiciel ?

La recherche universitaire révèle que trouver du sens dans son travail profite aux employés et aux organisations^{2,3}.

Par exemple, dans une enquête récente, 93 % des travailleurs indiquaient qu'il est important d'avoir un emploi qu'ils considèrent comme significatif⁴. De manière similaire, les personnes interrogées pour une autre enquête étaient prêtes à renoncer, en moyenne, à 23 % de leurs revenus futurs pour occuper un emploi qui aurait toujours du sens⁵.

C'est un compromis impressionnant que les employés sont prêts à accepter. Et il révèle ce qui les motive profondément : consacrer leur temps à quelque chose qui compte.

"Ce serait formidable que tout le monde puisse travailler dans une entreprise ayant un impact positif sur les gens ou sur sa communauté locale. Ce n'est pas toujours le cas. Ce n'est pas toujours possible. La vision dominante autour de la conduite autonome est qu'elle va permettre aux personnes qui savent conduire de dormir sur l'autoroute. Ce n'est pas pour cela que je suis ici. Moi, je veux aider ceux qui ne peuvent pas conduire à se déplacer librement, où ils veulent, pour qu'ils puissent faire ce qu'ils souhaitent." (P2)⁶

Elle offre une direction claire :

Une approche axée sur l'utilisateur peut transformer fondamentalement la perception qu'ont les développeurs de leur travail. Au lieu de livrer des fonctionnalités arbitraires et d'essayer de deviner si elles seront utilisées, les développeurs peuvent s'appuyer sur les commentaires des utilisateurs pour prioriser ce qu'ils doivent créer.

Cette approche permet aux développeurs d'avoir la certitude que les fonctionnalités qu'ils créent ont une raison d'être. Soudain, leur travail prend tout son sens : offrir une expérience exceptionnelle aux utilisateurs de leurs produits et services. Cela crée un lien entre les logiciels développés et le monde dans lequel ils sont utilisés.

Les développeurs peuvent percevoir directement l'impact de leur travail à travers les logiciels qu'ils créent.

"Nous sommes, en tant qu'entreprise, sous pression pour livrer. Alors, toutes ces belles idées ou discussions sur les améliorations que nous voudrions apporter passent au second plan. Avec les récents changements dans notre structure, nous nous concentrons davantage sur la livraison que sur la qualité, et pour moi, personnellement, c'est une vraie source d'agacement." (P9)

Elle favorise la collaboration transversale :

Même les développeurs les plus talentueux ne conçoivent pas de logiciels seuls. La création de produits de haute qualité nécessite la collaboration de nombreuses personnes aux talents souvent différents, mais complémentaires.

Une approche de développement axée sur l'utilisateur permet aux développeurs de s'engager dans des collaborations transversales au sein de l'organisation. Ainsi, leurs responsabilités ne se limitent plus à livrer des logiciels. Ils deviennent membres d'une équipe motivée à offrir des expériences exceptionnelles aux utilisateurs.

Grâce à cette approche du développement logiciel, les développeurs peuvent sortir des silos, rechercher l'alignement, travailler davantage en équipe et multiplier les opportunités d'apprendre les uns des autres. La résolution de problèmes prend alors une autre dimension. Il ne s'agit plus seulement de résoudre des problèmes techniques, mais de le faire de manière à mieux servir l'utilisateur.

Cette approche peut accroître l'engagement des employés et créer un environnement intellectuellement plus stimulant, capable de prévenir le sentiment de stagnation souvent associé au surmenage.

Que peuvent faire les organisations ?

D'après nos résultats, nous recommandons aux organisations d'investir du temps et des ressources pour mieux connaître leurs utilisateurs. Efforcez-vous de comprendre votre public cible et les difficultés qu'il rencontre. Nous sommes convaincus que cet investissement en vaut la peine.

Résistez à la tentation de faire des suppositions sur vos utilisateurs. Observez-les dans leur environnement, posez-leur des questions et ayez l'humilité de réorienter vos actions en fonction de leurs retours. Ainsi, les développeurs seront plus productifs et moins susceptibles de souffrir de surmenage, tout en livrant des produits de meilleure qualité.

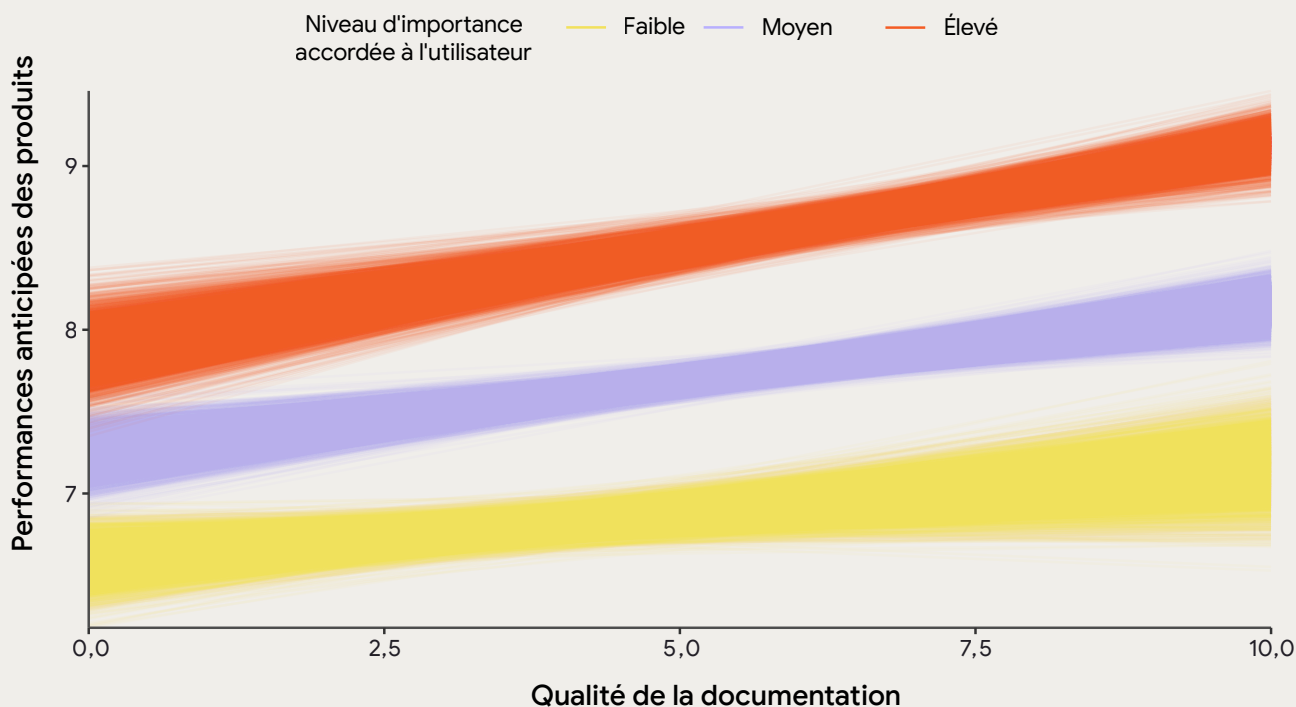
Associer une documentation de qualité à une approche axée sur l'utilisateur est très efficace

Les équipes qui placent l'utilisateur au centre de leurs préoccupations constatent une amélioration des performances de leurs produits. Lorsque cette attention à l'utilisateur est associée à un environnement favorisant une documentation interne de qualité, cette amélioration des performances est amplifiée (voir Figure 16). Ce constat est semblable à ce que nous avons observé auparavant : une documentation de qualité renforce l'impact des capacités techniques sur les performances organisationnelles⁷.

La documentation permet de diffuser les signaux et les commentaires des utilisateurs au sein de l'équipe et dans le produit lui-même.

Nous observons que la documentation interne n'a pas d'effet significatif sur les performances anticipées des produits en l'absence de signaux utilisateur. Cependant, lorsque l'équipe dispose d'une documentation interne de qualité, les signaux utilisateur intégrés à cette documentation ont un impact plus important sur les performances des produits.

Depuis que nous avons commencé à étudier la documentation en 2021, nous continuons chaque année à constater l'importance d'une documentation de qualité. Les résultats de cette année viennent appuyer ce constat en révélant l'impact de la documentation interne sur les performances anticipées des produits.



Ce graphique est une synthèse de 12 000 lignes issues de simulations visant à estimer la tendance la plus plausible.

Figure 16 : Performances des produits et qualité de la documentation selon trois niveaux d'importance accordée à l'utilisateur

Une culture de la documentation

Le manifeste Agile donne la priorité à des logiciels fonctionnels plutôt qu'à une documentation exhaustive⁷. Pourtant, nous continuons de constater qu'une documentation de qualité est un élément clé pour garantir des logiciels fonctionnels.

L'expression "documentation exhaustive" peut être utilisée pour décrire des pratiques de documentation défaillantes. Il peut s'agir par exemple de créer une documentation uniquement à des fins bureaucratiques ou pour masquer un manque de confiance entre la direction et les employés. Une culture défaillante peut également se manifester par une absence de mise à jour ou de consolidation de la documentation existante.

Dans ces cas, notre mesure de la qualité de la documentation obtiendrait probablement un mauvais score, car ces contenus sont

souvent destinés à une audience inadéquate et ne sont pas utiles pour le travail quotidien. Et trop de documentation peut être tout autant problématique qu'un manque de documentation.

Notre mesure de la qualité de la documentation prend en compte des caractéristiques telles que la facilité d'accès et la fiabilité de la documentation. Rappelons que le public principal de la documentation interne est constitué de vos collègues ou de vous-même à l'avenir, lorsque vous chercherez à accomplir des tâches spécifiques⁸. Les équipes ayant une culture saine de la documentation se concentrent sur les besoins de ces lecteurs. Ce point illustre une fois de plus l'importance de mettre l'accent sur les utilisateurs.

Vous pouvez instaurer une culture saine de la documentation au sein de vos équipes en adoptant les pratiques que nous avons identifiées pour produire une documentation de qualité :

Documenter les cas d'utilisation critiques

Suivre une formation en rédaction technique

Définir des responsabilités et des processus pour mettre à jour la documentation

Répartir le travail de documentation au sein de l'équipe

Intégrer la maintenance de la documentation au cycle de développement logiciel

Supprimer la documentation obsolète ou redondante

Prendre en compte le travail de documentation pour les évaluations de performance et les promotions

Les dangers des priorités instables

Nous avons tous connu cette situation. Vous avez passé plusieurs mois à travailler sur une nouvelle fonctionnalité. Vous savez qu'elle répond aux besoins de vos utilisateurs, vous êtes concentré et motivé. Et sans préavis, ou du moins pour vous, l'équipe dirigeante décide de changer les priorités de l'organisation. Dès lors, le sort de votre projet devient incertain : sera-t-il mis en pause, abandonné ou transformé de manière chaotique ?

Cette expérience fréquente peut avoir des conséquences profondes pour les employés et les organisations. Nous examinons ici les implications des changements constants de priorités au sein des organisations.

Nos résultats et leur signification

Dans l'ensemble, lorsque les organisations ont des priorités instables, nos résultats montrent de légères, mais significatives baisses de productivité et d'importantes augmentations du surmenage.

Nos données révèlent qu'il est difficile de contrer cette hausse du surmenage. Nous avons examiné si des leaders compétents, une bonne documentation interne et une approche du développement logiciel axée sur l'utilisateur pouvaient atténuer les effets du changement de priorités sur le surmenage.

Nous en avons conclu que non. Une organisation peut posséder toutes ces qualités, mais si ses priorités sont instables, ses employés resteront exposés au risque de surmenage.

Pourquoi des priorités organisationnelles instables nuisent-elles au bien-être des employés ?

Nous supposons que des priorités organisationnelles instables entraînent une hausse du surmenage chez les employés parce qu'elles créent des attentes floues, réduisent leur sentiment de contrôle et augmentent leur charge de travail.

Soyons clairs, le problème ne réside pas dans le fait de changer les priorités en soi. Les objectifs commerciaux et les orientations produit évoluent constamment. La flexibilité des priorités peut être bénéfique.

C'est la fréquence de ces changements qui semble selon nous avoir un impact négatif sur le bien-être des employés. L'incertitude qui accompagne ces priorités instables reflète un caractère chronique dans la manière dont elles évoluent.

Des décennies de recherches universitaires ont démontré les effets néfastes du stress chronique sur la santé et le bien-être⁹. Nous voyons des parallèles entre ces recherches et nos observations. L'instabilité chronique accroît l'incertitude et réduit le sentiment de contrôle. Cette combinaison est la recette parfaite du surmenage.

Que se passe-t-il lorsque les priorités se stabilisent ?

Nos conclusions sont quelque peu déconcertantes. Lorsque les priorités se stabilisent, les performances de livraison de logiciels diminuent. Les livraisons deviennent plus lentes et moins stables.

Nous émettons l'hypothèse que les organisations aux priorités stables ont sans doute des produits et services généralement satisfaisants, ce qui implique des modifications moins fréquentes. Il est également possible que la stabilité des priorités mène à des livraisons moins fréquentes et de plus grande taille, ce qui est contraire aux bonnes pratiques.

Quoi qu'il en soit, nous trouvons ce résultat inattendu. À votre avis, pourquoi la stabilisation des priorités organisationnelles réduit-elle la vitesse et la stabilité des livraisons de logiciels ?

Créer une IA pour les utilisateurs finaux assure une stabilité des priorités, mais pas des livraisons

Intégrer des expériences basées sur l'IA pour les utilisateurs finaux stabilise les priorités organisationnelles. On pourrait y voir un éloge éclatant de l'IA. Cependant, nous n'interprétons pas cette conclusion comme un enseignement significatif sur l'IA elle-même.

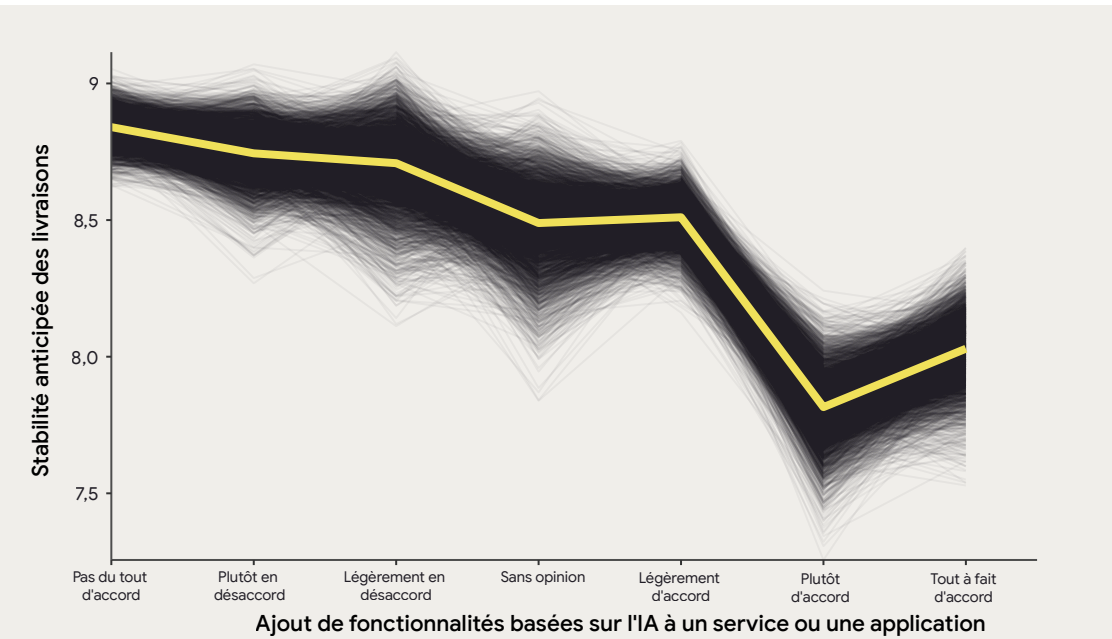
Nous pensons plutôt que recentrer les efforts vers la création de fonctionnalités d'IA apporte de la clarté et une vision stratégique aux organisations. Cette clarté, et non l'IA en tant que telle, est ce qui conduit à une stabilisation des priorités organisationnelles.

Ce point mérite d'être souligné, car il nous renseigne sur ce qui se passe dans les organisations lorsque de nouvelles technologies émergent. Les organisations

ont besoin de temps pour s'adapter aux changements induits. Cette période entraîne probablement une déstabilisation des priorités, pendant que les dirigeants cherchent la meilleure stratégie pour l'organisation. Une fois l'agitation retombée et les prochaines étapes définies, les priorités commencent à se stabiliser.

Toutefois, cette stabilisation des priorités ne se traduit pas immédiatement par une stabilisation du processus de livraison de logiciels. Nos analyses montrent qu'intégrer des expériences basées sur l'IA à vos services ou applications s'accompagne de difficultés et de périodes d'adaptation.

Nous constatons que les équipes ayant pris ce virage subissent une baisse significative de 10 % de la stabilité de leurs livraisons logicielles par rapport aux autres. Voici une représentation visuelle de cet enjeu.



* Chaque ligne représente l'une des 4 000 simulations visant à estimer la tendance la plus plausible.
Figure 17 : Stabilité des livraisons logicielles en fonction de l'ajout d'expériences basées sur l'IA aux services ou applications

Que peuvent faire les organisations ?

La réponse, bien que facile en apparence, pourrait ne pas être si simple. D'après nos résultats, nous recommandons aux organisations de se concentrer sur la stabilisation de leurs priorités. C'est l'un des moyens les plus sûrs de contrer les effets négatifs des priorités instables sur le surmenage des employés.

Nos résultats montrent que les effets négatifs des priorités instables résistent à la présence de bons leaders, d'une documentation de qualité et d'une approche du développement logiciel axée sur l'utilisateur. Nous en concluons que les organisations disposent de peu de leviers pour éviter le surmenage, hormis (1) stabiliser leurs priorités et (2) protéger les employés de l'impact quotidien des changements constants de priorités.

¹. <https://www.nngroup.com/articles/bridging-the-designer-user-gap/>

². <https://executiveeducation.wharton.upenn.edu/thought-leadership/wharton-at-work/2024/03/creating-meaning-at-work/>

³. <https://www.apa.org/pubs/reports/work-in-america/2023-workplace-health-well-being>

⁴. <https://bigthink.com/the-present/harvard-business-review-americans-meaningful-work/>

⁵. <https://hbr.org/2018/11/9-out-of-10-people-are-willing-to-earn-less-money-to-do-more-meaningful-work>

⁶. (P[N]), par exemple (P1), correspond au pseudonyme des participants aux entretiens.

⁷. <https://cloud.google.com/blog/products/devops-sre/deep-dive-into-2022-state-of-devops-report-on-documentation> et Rapport Accélérer sur l'état du DevOps en 2023 – <https://dora.dev/research/2023/dora-report>

⁸. <https://agilemanifesto.org/>

⁹. D'autres audiences existent, comme les dirigeants, les organismes de réglementation ou les auditeurs.

¹⁰. S. Cohen, D. Janicki-Deverts et G. E. Miller, Psychological Stress and Disease. JAMA. 2007;298(14):1685–1687.doi:10.1001/jama.298.14.1685.

Guider la transformation



Il faut que de nombreux éléments soient en place pour qu'une transformation fonctionne. Cette année, nous avons constaté que les équipes performantes sont celles qui privilégient la stabilité, se concentrent sur leurs utilisateurs, bénéficient de leaders compétents et produisent une documentation de qualité. Nos recherches mettent en lumière des pistes utiles pour vous aider à progresser vers une transformation réussie.

Nous avons identifié que la clé du succès réside dans une approche axée sur l'amélioration continue. Les équipes performantes de notre étude connaissent les variables qui les freinent et progressent de manière méthodique et continue en utilisant les métriques DORA comme référence. Bien que le succès à long terme implique l'excellence dans tous les piliers, une décennie de recherche DORA a mis en évidence quatre actions spécifiques et impactantes pour engager une transformation dans votre organisation.

Leadership transformationnel

Le leadership transformationnel est un modèle dans lequel les leaders incitent et motivent les employés à atteindre des performances élevées en faisant appel à leurs valeurs et à leur quête de sens, tout en favorisant des changements organisationnels à grande échelle.

Ces leaders encouragent leurs équipes à concentrer leurs efforts sur un objectif commun en s'appuyant sur les éléments suivants¹ :

Vision	Ils disposent d'une vision claire de la direction à prendre pour leur équipe et leur organisation.
Communication inspirante	Ils font des commentaires positifs sur l'équipe, rendent les employés fiers de faire partie de leur organisation et encouragent les gens à voir le changement comme l'occasion de saisir de nouvelles opportunités.
Stimulation intellectuelle	Ils amènent les membres de l'équipe à envisager de nouvelles façons de résoudre de vieux problèmes et à revoir certaines de leurs hypothèses de base concernant leur travail.
Leadership solidaire	Ils prennent en compte les sentiments personnels des autres avant d'agir. Ils sont également attentifs aux besoins personnels des autres.
Reconnaissance personnelle	Ils félicitent les membres de l'équipe lorsqu'ils fournissent un travail supérieur à la moyenne et reconnaissent l'amélioration de la qualité du travail des membres de l'équipe.

Cette année, nous avons constaté que le leadership transformationnel conduisait à une amélioration de la productivité des employés. Une augmentation de 25 % du leadership transformationnel entraîne une hausse de 9 % de la productivité des employés.

Le leadership transformationnel peut améliorer bien plus que la productivité. Avoir de bons leaders permet également :

- de réduire le surmenage des employés ;
- d'améliorer la satisfaction au travail ;
- d'accroître les performances des équipes ;
- d'améliorer les performances des produits ;
- d'obtenir de meilleures performances organisationnelles.

Notre étude a identifié une relation statistiquement significative entre ces qualités de leadership et les performances informatiques dès 2017. Les équipes performantes avaient des leaders obtenant de bons résultats dans les cinq caractéristiques identifiées, tandis que les équipes moins performantes affichaient les résultats les plus faibles. De plus, nous avons observé une forte corrélation entre le leadership transformationnel et l'Employee Net Promoter Score (eNPS), qui mesure la probabilité de recommander son entreprise comme lieu de travail.

Cela dit, le leadership transformationnel à lui seul ne suffit pas pour atteindre des performances élevées. Il doit être considéré comme un facilitateur.

Le leadership transformationnel joue un rôle clé dans l'adoption des capacités et pratiques techniques ainsi que de gestion de produits. Il repose sur (1) la délégation de l'autorité et de l'autonomie aux équipes, (2) la transmission des métriques et des informations nécessaires pour résoudre les problèmes, et (3) la création de structures incitatives qui récompensent l'ajout de valeur plutôt que la livraison de fonctionnalités.

La transformation demande du temps et des outils. Des ressources doivent être allouées spécifiquement à l'amélioration continue. Les bons leaders jouent un rôle central en donnant aux équipes le temps et le financement nécessaires pour progresser. Les ingénieurs ne devraient pas être contraints d'apprendre de nouvelles compétences ni d'automatiser leurs tâches pendant leur temps libre : ces activités doivent être intégrées à leur emploi du temps.

Grâce à nos recherches, l'IT n'est plus perçu comme un centre de coûts, mais comme un investissement favorisant le succès de l'entreprise. En 2020, nous avons publié le livre blanc "The ROI of DevOps Transformation"², qui contient des calculs permettant d'articuler la valeur potentielle générée par les investissements dans l'amélioration de l'IT.

Le retour sur investissement financier n'est qu'un des bénéfices possibles de cet engagement. Notre étude de 2015 a montré que "l'investissement organisationnel dans le DevOps est fortement corrélé à la culture organisationnelle ; à la capacité des

équipes de développement, d'exploitation et InfoSec à parvenir à des solutions gagnant-gagnant ; à de faibles niveaux de surmenage ; à un leadership efficace ; et à la mise en place réussie de la livraison continue et des pratiques de gestion Lean³. Nous recommandons de consacrer une partie des ressources spécifiquement à l'amélioration.

Si le leadership transformationnel augmente de 25 %...

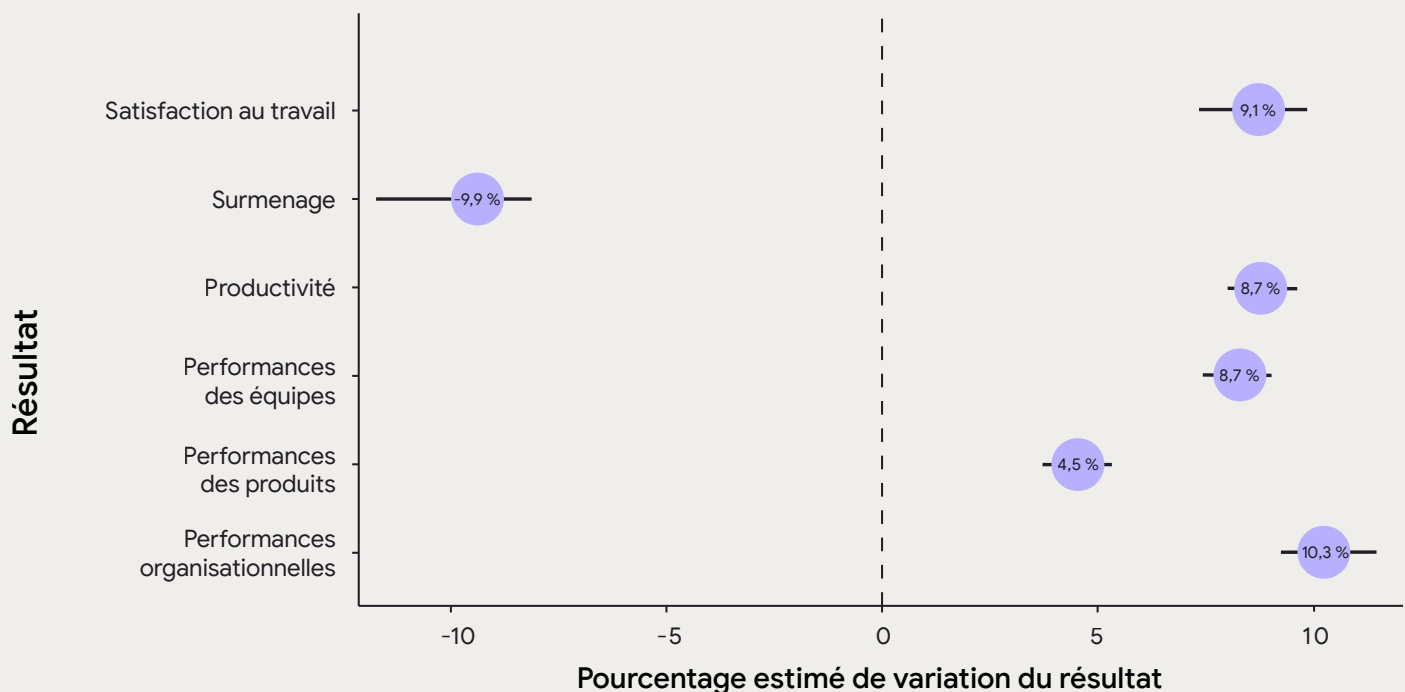


Figure 18 : Impact du leadership transformationnel sur différents résultats

Concentrez-vous sans relâche sur l'utilisateur

Notre étude de cette année montre que les organisations avec des leaders compétents et une approche axée sur la création de logiciels répondant aux besoins des utilisateurs aboutissent à de meilleurs produits : il s'agit de la combinaison gagnante. Lorsque l'utilisateur est au cœur du développement logiciel, les leaders ont une vision claire à communiquer.

L'objectif ultime est de concevoir des produits que les utilisateurs adorent. Comme évoqué dans le chapitre [Expérience développeur](#), se concentrer sur l'utilisateur donne un véritable sens aux fonctionnalités des produits. Les développeurs peuvent les créer en toute confiance, en sachant qu'elles amélioreront l'expérience utilisateur.

Nous constatons que les équipes qui cherchent à comprendre les besoins de leurs utilisateurs et à y répondre, et qui disposent de mécanismes pour collecter, suivre et intégrer les commentaires, atteignent les meilleurs niveaux de performances organisationnelles. En réalité, les organisations peuvent être performantes sans des niveaux élevés de vitesse et de stabilité logicielle, à condition de rester axées sur l'utilisateur. En 2023, les équipes axées sur l'utilisateur affichaient des performances organisationnelles supérieures de 40 % par rapport aux autres⁴, et en 2016, des résultats similaires avaient déjà été observés.

Les conclusions de cette année confirment ces tendances. Les équipes qui accordent la priorité à l'utilisateur créent de meilleurs produits.

Non seulement les produits s'améliorent, mais les employés sont plus satisfaits de leur travail et moins susceptibles de souffrir de surmenage.

Une livraison de logiciels rapide et stable offre aux organisations des opportunités plus fréquentes de tester et d'apprendre. Idéalement, ces tests et itérations sont guidés par les commentaires des utilisateurs. Une livraison de logiciels rapide et stable permet d'expérimenter, de mieux comprendre les besoins des utilisateurs et d'y répondre rapidement s'ils ne sont pas satisfaits.

La vitesse et la stabilité de la livraison facilitent également l'adaptation aux évolutions du marché ou à la concurrence.

Il est important de se rappeler que vos développeurs internes sont également des utilisateurs. Les plates-formes de développement internes constituent un moyen de fournir de la valeur aux développeurs, qui, à leur tour, créent de la valeur pour les utilisateurs externes ou d'autres équipes internes.

Notre étude montre que les plates-formes réussies sont conçues comme des produits, avec une attention importante accordée à l'utilisateur. Elles offrent une expérience permettant aux développeurs de travailler en autonomie, ce qui se traduit par une productivité accrue, tant au niveau individuel qu'au niveau des équipes, ainsi que par une amélioration des performances organisationnelles.

Adoptez une approche guidée par les données

Visualiser les progrès est crucial pour réussir. Depuis 10 ans, nous soulignons l'importance de devenir une organisation guidée par les données. Les quatre métriques clés de DORA⁵ sont devenues une référence mondiale pour mesurer les performances de livraison de logiciels, mais elles ne se suffisent pas à elles seules. Nous avons identifié plus de 30 capacités et processus⁶ qui favorisent l'amélioration organisationnelle.

L'intérêt de ces métriques réside dans leur capacité à indiquer si vous progressez. Les quatre métriques clés doivent être utilisées au niveau des applications et des services, et non au niveau d'une organisation ou d'un secteur d'activité. Elles doivent servir à visualiser vos efforts d'amélioration continue, et non à comparer des équipes, et encore moins des personnes.

Les métriques ne doivent pas non plus être utilisées comme modèle de maturité pour vos équipes chargées des applications ou des services. Avoir des performances faibles, moyennes, élevées ou exceptionnelles est intéressant, mais la prudence reste de mise, car ces catégories ont peu de valeur dans le contexte de votre parcours de transformation.

Alors que nos recherches progressent et évoluent, nous vous encourageons à aller au-delà de ces quatre métriques clés. Il est devenu évident que les métriques issues des commentaires des utilisateurs sont tout aussi importantes que les quatre métriques clés. Nous pensons que cela est dû au fait que

la plupart des équipes ont mis en place des solutions efficaces pour améliorer la vitesse et la stabilité. En conséquence, les bénéfices obtenus en termes de vitesse et de stabilité s'estompent à mesure que des niveaux de performance élevés deviennent la norme.

Pour adopter une approche holistique de la transformation, nous recommandons de créer des tableaux de bord et des visualisations qui combinent à la fois des métriques techniques (comme les quatre indicateurs clés et des métriques de fiabilité) et des métriques métier. Vous pouvez ainsi réconcilier les initiatives de transformation opérées de la base vers le sommet de l'entreprise et celles opérées du sommet vers la base. L'adoption de cette approche contribue également à faire le lien entre votre vision stratégique, vos OKR et les objectifs des employés d'une part, et les investissements réalisés dans l'IT d'autre part. Ces éléments peuvent aider à quantifier le ROI.

Nous pensons que les métriques sont une condition essentielle à l'excellence. Elles facilitent la prise de décisions. Plus vous collectez de métriques, quantitatives et qualitatives, plus vos décisions sont éclairées et efficaces. Les gens auront toujours des avis sur la pertinence ou l'interprétation des données, mais il est souvent plus judicieux de se baser sur les données que de se fier à des opinions ou à l'intuition.



Adoptez pleinement le cloud ou restez dans le centre de données

Depuis 2018, nous étudions la relation entre les cinq caractéristiques définies par le NIST pour le cloud computing⁷ (libre-service à la demande, accès réseau étendu, pooling des ressources, élasticité rapide et service mesuré, également connu sous le nom d'infrastructure flexible) et les performances organisationnelles. Nous constatons que les équipes performantes exploitent davantage les infrastructures flexibles que les équipes moins performantes.

L'année dernière, notre étude a révélé un fait marquant sur ce sujet : utiliser le cloud sans tirer avantage de ces cinq caractéristiques peut être préjudiciable et entraîner une baisse des performances organisationnelles. Les organisations s'en sortent peut-être

mieux en restant dans un centre de données si elles ne sont pas prêtes à transformer radicalement leurs applications ou services. Bien sûr, atteindre cet objectif ne consiste pas simplement à adopter des outils ou des technologies, mais implique souvent de repenser entièrement la manière de concevoir, de développer, de déployer et d'exécuter des applications. Il est plus simple d'opérer des changements à grande échelle en débutant avec un petit nombre de services. Nous recommandons une approche itérative qui aide les équipes et les organisations à apprendre et à s'améliorer au fil du temps.

Résumé

Nous avons observé de manière constante au cours des 10 dernières années que la transformation est une condition essentielle au succès. Beaucoup d'organisations commettent l'erreur de la considérer comme un objectif final, alors qu'il s'agit en réalité d'un processus d'amélioration continue⁸. Les résultats de nos recherches sont clairs : les entreprises qui ne s'améliorent pas en permanence prennent du retard. À l'inverse, celles qui adoptent une culture d'amélioration continue atteignent les plus hauts niveaux de réussite.

Sur ce chemin, attendez-vous à traverser des périodes difficiles et inconfortables. Nos recherches montrent qu'après une baisse initiale des performances, on observe de nettes améliorations (phénomène de la "courbe en J") grâce au DevOps⁹, à l'ingénierie SRE¹⁰ et cette année à l'ingénierie des plates-formes. C'est normal : si vous vous engagez dans une dynamique d'amélioration continue, les choses s'amélioreront et vous en ressortirez dans une bien meilleure position qu'au départ.

L'idée d'un voyage sans fin peut sembler intimidante. Il est facile de s'enliser dans la planification ou la conception d'une transformation parfaite. Le secret du succès réside dans l'action : retrousser vos manches et lancez-vous. L'objectif de l'organisation et de vos équipes doit simplement être de faire un peu mieux qu'hier. Notre objectif, après 10 ans de recherche et pour les années à venir, est de vous aider à progresser dans l'art de s'améliorer.

1. Dimensions of transformational leadership: Conceptual and empirical extensions – A. E. Rafferty et M. A. Griffin.

2. The ROI of DevOps Transformation – <https://dora.dev/research/2020/>

3. Rapport sur l'état du DevOps en 2015 <https://dora.dev/research/2015/2015-state-of-devops-report.pdf#page=25>

4. Rapport Accelerate sur l'état du DevOps en 2023 – <https://dora.dev/research/2023/dora-report/2023-dora-accelerate-state-of-devops-report.pdf#page=17>

5. Les quatre métriques clés de DORA – <https://dora.dev/guides/dora-metrics-four-keys/>

6. Capacités et processus de DORA – <https://dora.dev/capabilities/>

7. Les cinq caractéristiques du cloud computing définies par le NIST – <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>

8. Processus d'amélioration continue – <https://cloud.google.com/transform/moving-shields-into-position-organizing-security-for-digital-transformation>

9. Rapport Accelerate sur l'état du DevOps en 2018 – <https://dora.dev/research/2018/dora-report/>

10. Rapport sur l'état du DevOps en 2022 – <https://dora.dev/research/2022/dora-report/>

DORA, une décennie d'action



Historique

Le mouvement DevOps est né en 2009 de deux événements portant sur le même sujet, mais non coordonnés. En juin de cette année-là, John Allspaw et Paul Hammond ont tenu lors de la conférence Velocity une présentation intitulée "10+ Deploys Per Day: Dev and Ops Cooperation at Flickr"¹. Quelques mois plus tard, Patrick Debois a mobilisé une équipe d'organisateur·x bénévoles pour mettre sur pied le tout premier événement DevOpsDays à Gand, en Belgique².

Il n'a pas fallu longtemps avant que la communauté DevOps cherche à en savoir plus sur l'évolution de ce mouvement. En 2011, Alana Brown, alors employée chez Puppet Labs, a mené une enquête pour mieux comprendre le DevOps. Cette enquête a confirmé que "l'approche DevOps était en train de s'imposer dans l'IT comme une nouvelle façon de travailler".

À mesure que le mouvement s'étendait à de nouveaux secteurs et de nouvelles organisations, Alana Brown a capitalisé sur ce succès en s'associant à IT Revolution Press pour lancer en 2012 une autre enquête, dont les résultats ont été publiés dans le Rapport sur l'état du DevOps en 2013³.

L'année suivante, le Dr Nicole Forsgren a rejoint l'équipe de recherche, apportant une rigueur scientifique accrue au programme. Le Rapport sur l'état du DevOps en 2014⁴ a fait le lien entre les performances de livraison de logiciels et les performances organisationnelles. Il révélait alors que "les entreprises cotées en bourse ayant des

équipes IT performantes ont connu une croissance de leur capitalisation boursière sur trois ans 50 % plus élevée que celles avec des organisations IT moins performantes".

En 2016, la publication annuelle des rapports était bien établie, et Nicole Forsgren, Jez Humble, ainsi que Gene Kim ont fondé le programme DORA (DevOps Research and Assessment). Cette année-là, le Rapport sur l'état du DevOps incluait des calculs permettant de mesurer les investissements réalisés par les équipes adoptant les pratiques DevOps. Ce travail a été approfondi dans le livre blanc "The ROI of DevOps Transformation"⁵, publié en 2020.

Accelerate: The science behind devops: Building and scaling high performing technology organizations,⁶ écrit par Nicole Forsgren, Jez Humble et Gene Kim a été publié par IT Revolution Press en 2017. Ce livre synthétisait les premières années du programme de recherche, en mettant l'accent sur les capacités qui favorisaient l'amélioration.

En 2018, DORA, devenu une entreprise, a publié un rapport indépendant intitulé "Accelerate : State of DevOps – Strategies for a New Economy"⁷. La même année, l'équipe de Puppet a lancé sa propre série de rapports⁸, distincte de celle de DORA.

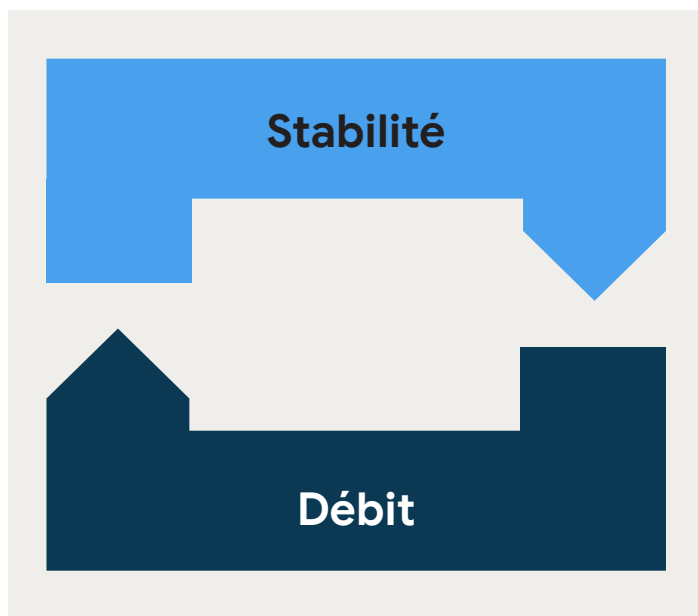
À la fin de l'année 2018, l'entreprise DORA a été acquise par Google Cloud⁹, où les recherches scientifiques, indépendantes de toute plateforme, se poursuivent. Cette année marque la publication du dixième rapport DORA¹⁰, dont nous sommes ravis de partager les conclusions avec vous. Merci de nous lire !

Insights clés issus de DORA

Les équipes n'ont pas besoin de sacrifier la rapidité au profit de la stabilité

Les équipes axées sur la technologie doivent trouver des moyens de mesurer leurs performances afin d'évaluer leur situation actuelle, de prioriser les améliorations et de valider leurs progrès. DORA a identifié et validé quatre métriques de livraison de logiciels (les quatre indicateurs clés) qui constituent une méthode efficace pour mesurer les résultats du processus de livraison de logiciels. Ces indicateurs sont devenus une référence dans le secteur.

Les recherches ont démontré que le débit et la stabilité des modifications ont tendance à évoluer ensemble, et nous avons observé des équipes atteignant des niveaux élevés pour ces deux caractéristiques, quel que soit le secteur.



Les équipes peuvent mesurer les quatre indicateurs clés de nombreuses façons, dont voici une liste non exhaustive :

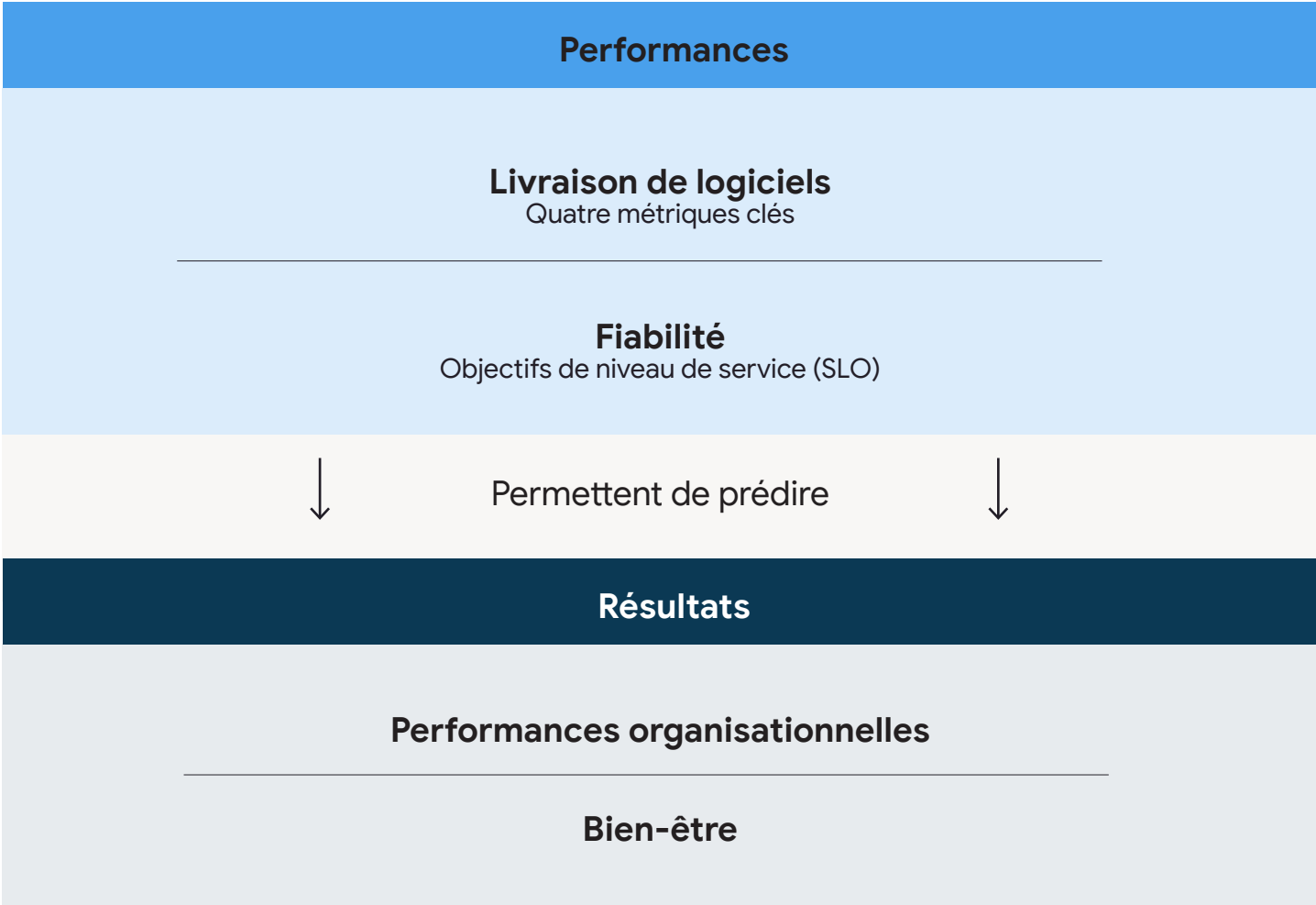
- Conversations et réflexions lors de réunions d'équipe
- L'évaluation rapide DORA (<https://dora.dev/quickcheck>)
- Outils commerciaux ou Open Source¹¹ appartenant à la catégorie Software Engineering Intelligence (SEI)
- Intégrations personnalisées adaptées aux outils spécifiques utilisés par une équipe

Les performances opérationnelles et de livraison de logiciels boostent les performances organisationnelles

DORA utilise les quatre indicateurs clés pour évaluer les performances de livraison de logiciels. Les performances opérationnelles ont été étudiées pour la première fois par DORA en 2018. Elles évaluent la capacité à tenir les promesses et les engagements concernant un produit ou service logiciel.

Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les performances opérationnelles et de livraison de logiciels se conjuguent pour améliorer les performances organisationnelles et le bien-être des employés.

Les professionnels travaillant dans des équipes techniques reconnaissent l'importance de réduire les frictions dans le processus de livraison tout en répondant aux attentes de fiabilité des utilisateurs d'une application.





La culture est essentielle au succès

L'un des meilleurs facteurs prédictifs des performances est la culture de l'organisation. Nous ne cessons d'observer la puissance d'une culture fondée sur la confiance, qui favorise un climat d'apprentissage et de collaboration. Par exemple, nos recherches de 2022 ont révélé que la culture était le facteur prédictif le plus déterminant pour les pratiques de sécurité en développement applicatif d'une organisation¹².

La culture influence chaque aspect de nos recherches. Elle est multifacette et en constante évolution. Nous avons utilisé de nombreuses méthodes de mesure au fil des années, en nous inspirant entre autres de recherches comme la typologie de la culture organisationnelle de Ron Westrum¹³. Nos indicateurs de bien-être incluent le surmenage, la productivité et la satisfaction au travail.

S'améliorer dans l'art de s'améliorer

Nous encourageons les équipes à se fixer pour objectif de s'améliorer dans l'art de s'améliorer. Augmenter les performances requiert un état d'esprit et des pratiques axés sur l'amélioration continue. Cela implique de disposer d'un moyen d'évaluer votre situation actuelle, de prioriser les efforts d'amélioration et d'utiliser des mécanismes de rétroaction pour mesurer votre progression.

Une approche expérimentale de l'amélioration mènera à un mélange de réussites et d'échecs, mais dans les deux cas, les équipes pourront tirer des enseignements significatifs et prendre des mesures concrètes en conséquence.

La décennie à venir

Ensemble, nous avons beaucoup appris les uns des autres au cours de la dernière décennie. Merci de votre participation à nos enquêtes annuelles, de votre implication au sein de la [communauté de pratique DORA](#)¹⁴ et d'appliquer les principes de DORA dans vos propres situations.

Alors que le paysage technologique continue d'évoluer, DORA poursuivra ses recherches sur les capacités et pratiques qui aident les équipes et les organisations techniques à réussir. Nous continuerons de donner la priorité aux aspects humains de la technologie et de publier des recherches indépendantes de toute plate-forme, que vous pourrez utiliser pour orienter votre parcours.

De nombreux insights issus de nos études précédentes restent pertinents pour façonner votre approche des technologies et pratiques émergentes, et nous sommes impatients d'en découvrir de nouveaux avec vous !

Nous restons fidèles aux principes fondamentaux qui ont toujours défini le mouvement DevOps : culture, collaboration, automatisation, apprentissage et utilisation de la technologie pour atteindre des objectifs métier. Notre communauté et nos recherches bénéficient des perspectives de personnes occupant diverses fonctions, dont certaines qui ne se reconnaissent pas nécessairement sous l'étiquette "DevOps". Vous constaterez que le terme "DevOps" est en train de disparaître progressivement du devant de la scène.

Le rapport de cette année met fortement l'accent sur l'utilisation et les impacts de l'intelligence artificielle (IA). Comme vous l'avez lu, son adoption est en pleine croissance, et ce domaine offre encore de nombreuses possibilités d'expérimentation. Nous continuerons à explorer cette innovation ainsi que d'autres pratiques et technologies émergentes à l'avenir. Appuyez-vous sur nos études précédentes, ainsi que sur nos dernières conclusions, pour encourager l'adoption et améliorer l'expérience de tous les membres de votre équipe.

-
1. Présentation – <https://www.slideshare.net/jallspaw/10-deploys-per-day-dev-and-ops-cooperation-at-flickr>, recording – <https://www.youtube.com/watch?v=LdOe18KhtT4>
 2. <https://legacy.devopsdays.org/events/2009-ghent/>
 3. <https://www.puppet.com/resources/history-of-devops-reports#2013>
 4. Rapport sur l'état du DevOps en 2014 – <https://dora.dev/research/2014/>
 5. The ROI of DevOps Transformation – <https://dora.dev/research/2020/>
 6. Nicole Forsgren, Jez Humble et Gene Kim. 2018. Accelerate: The Science Behind DevOps: Building and Scaling High Performing Technology Organizations. IT Revolution Press.
 7. Accelerate: State of DevOps – Strategies for a New Economy – <https://dora.dev/research/2018/dora-report/>
 8. <https://www.puppet.com/resources/history-of-devops-reports#2018>
 9. <https://dora.dev/news/dora-joins-google-cloud>
 10. C'est l'année 2014, où le Dr Forsgren a intégré le programme, que nous considérons comme celle du premier rapport DORA, bien que DORA ait été fondé quelques années plus tard. Aucun rapport n'ayant été publié en 2020, celui de 2024 est le dixième.
 11. <https://dora.dev/resources/#source-available-tools>
 12. Rapport Accelerate sur l'état du DevOps en 2022 – <https://dora.dev/research/2022/dora-report/>
 13. Ron Westrum, "A typology of organisation culture", BMJ Quality & Safety 13, no. 2(2004), doi:10.1136/qshc.2003.009522
 14. <https://dora.community>

Conclusions

Au cours de la dernière décennie, le programme DORA s'est imposé comme une source fiable de recherches, d'analyses et d'informations. Alors que le secteur continue d'adopter de nouvelles pratiques et technologies, comme l'ingénierie des plates-formes et l'intelligence artificielle, DORA sera à vos côtés pour explorer les méthodes de travail qui permettent aux équipes de progresser. Merci d'avoir choisi DORA pour vous accompagner dans cette aventure.

Reproduisez nos recherches

Les sujets abordés et les résultats présentés dans le rapport de cette année sont complexes, parfois flous, voire contradictoires. Nous vous encourageons à reproduire nos recherches. Se concentrer sur une équipe ou une organisation spécifique offre de nombreuses opportunités de mieux comprendre les choses.

Menez des expériences au sein de votre organisation

Les conclusions de DORA peuvent servir de point de départ pour vos prochaines expériences. Apprenez-en plus sur le fonctionnement de votre équipe et identifiez des pistes d'amélioration que les travaux de recherche de DORA peuvent vous suggérer de mettre en place.

Lancez des enquêtes dans votre organisation

Inspirez-vous de ce rapport et des questions utilisées dans l'enquête de cette année¹ pour créer votre propre enquête interne. Adaptez vos questions pour qu'elles soient plus pertinentes et nuancées en fonction de votre audience². Consultez le chapitre

[Méthodologie](#) pour en savoir plus sur nos méthodes de recherche. Assurez-vous de mettre en pratique vos découvertes.

Partagez vos apprentissages

Au fil de vos expériences, diffusez les connaissances acquises au sein de votre organisation. Les méthodes de partage peuvent varier : rapports formels pour une large audience, communautés de pratique informelles ou simples discussions entre collègues. Testez différentes approches et découvrez ce qui fonctionne le mieux dans votre contexte et votre culture. Il s'agit là aussi d'un processus d'expérimentation.



Comment mettre à profit cette étude ?

Partagez votre expérience, apprenez des autres et inspirez-vous de vos pairs sur la route de l'amélioration continue en rejoignant la communauté DORA : <https://dora.community>.



¹. Enquête de 2024 <https://dora.dev/research/2024/questions/>

². Expériences liées à la réalisation d'enquêtes DORA en interne chez des éditeurs de logiciels – <https://www.infoq.com/news/2024/08/dora-surveys-software-company/>

Remerciements

Cette année marque une étape spéciale : le 10^e rapport DORA. Nous remercions chaleureusement tous les chercheurs, experts, professionnels, leaders et agents de transformation qui ont contribué par leur travail à façonner cette étude et qui ont évolué à nos côtés.

Nous avons parcouru un long chemin depuis la publication du tout premier Rapport sur l'état du DevOps par Puppet Labs et IT Revolution Press. Un immense merci aux fondateurs de DORA qui ont ouvert la voie. C'est incroyable de constater à quel point les choses ont changé depuis et tout ce que nous avons appris au fil des années.

Nous sommes profondément reconnaissants envers toutes les personnes impliquées dans la publication de cette année. Guider et influencer les pratiques du secteur représente une immense responsabilité, et vos contributions sont inestimables.

À tous ceux qui ont fait partie de cette aventure, depuis ses débuts jusqu'à cette ère passionnante de l'intelligence artificielle, merci. Votre soutien et vos idées ont été essentiels. En route pour une nouvelle décennie de découvertes et de collaborations !

Équipe du rapport DORA

James Brookbank

Kim Castillo

Derek DeBellis

Benjamin Good

Nathen Harvey

Michelle Irvine

Amanda Lewis

Eric Maxwell

Steve McGhee

Allison Park

Dave Stanke

Kevin Storer

Daniella Villalba

Éditeur

Seth Rosenblatt

Bénévoles chargés de la localisation

Andrew Anolasco

Mauricio Meléndez

Marie-Blanche Panthou

Miguel Reyes

Yoshi Yamaguchi

Jinhong Yu

Guides DORA

Lisa Crispin

Steve Fenton

Denali Lumma

Betsalel (Saul) Williamson

Conseillers et experts

John Allspaw

Birgitta Böckeler

Sander Bogdan

Michele Chubirka

Thomas De Meo

Jessica DeVita

Rob Edwards

Dr Nicole Forsgren

Gene Kim et IT
Revolution

Laura Maguire, PhD

James Pashutinski

Ryan J. Salva

Majed Samad

Harini Sampath

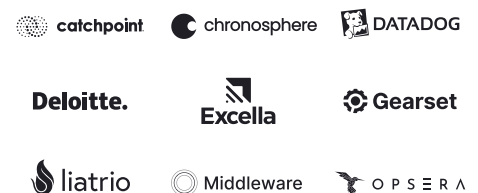
Robin Savinar

Sean Sedlock

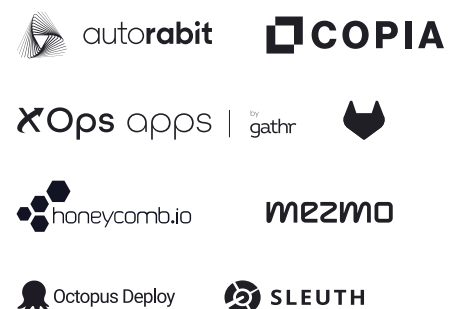
Dustin Smith

Finn Toner

Sponsors Gold



Sponsors Silver



Auteurs



Derek DeBellis

Derek DeBellis est chercheur en expérience utilisateur quantitative chez Google et enquêteur principal pour DORA. Il se consacre aux recherches basées sur des enquêtes, à l'analyse des journaux et à la recherche de solutions pour mesurer les concepts qui démontrent qu'un produit ou une fonctionnalité offre une véritable valeur ajoutée à ses utilisateurs. Il a récemment publié des articles sur les interactions humain/IA, sur l'impact de la COVID-19 sur l'arrêt du tabac, sur la conception dédiée aux problèmes de TLN, sur le rôle de l'expérience utilisateur dans les débats sur la confidentialité, sur la culture d'équipe, et sur le lien de l'IA avec le bien-être et la productivité des employés. Ses recherches périphériques actuelles portent sur les moyens de simuler la propagation des croyances et du pouvoir.



Kevin M. Storer

Dr Kevin M. Storer est chercheur en expérience développeur chez Google, où il occupe le poste de responsable de la recherche qualitative pour l'équipe DORA. S'appuyant sur une expérience professionnelle en ingénierie logicielle et une formation universitaire transdisciplinaire en sciences sociales et humaines, il mène depuis 2015 des études centrées sur l'humain auprès des développeurs de logiciels. Ces études couvrent un large éventail de contextes problématiques, de profils de participants et de méthodes de recherche. Publiées dans des revues scientifiques de premier plan, ses recherches abordent des sujets tels que l'intelligence artificielle, la récupération d'informations, les systèmes embarqués, les langages de programmation, l'informatique ubiquitaire et la conception d'interactions.



Amanda Lewis

Amanda Lewis est responsable du développement de la [communauté DORA](#) et des relations avec les développeurs chez Google Cloud. Elle a consacré sa carrière à établir des liens entre les développeurs, les opérateurs, les responsables produit, les chefs de projet et les responsables. Elle a travaillé avec des équipes qui ont développé des plates-formes d'e-commerce, des systèmes de gestion de contenu et des outils d'observabilité. Elle a également apporté son soutien à des développeurs. Ce travail de dialogue et d'établissement de relations a abouti à la satisfaction des clients et à de meilleurs résultats pour l'entreprise. Elle se sert de son expérience et de son empathie dans son travail afin d'aider les équipes à comprendre et mettre en place de nouvelles pratiques de livraison de logiciels et d'intelligence artificielle.



Benjamin Good

Ben Good est architecte de solutions cloud chez Google. Il est passionné par l'amélioration des pratiques de livraison de logiciels grâce aux technologies cloud et à l'automatisation. En tant qu'architecte de solutions, il aide les clients Google Cloud à résoudre leurs problèmes en leur fournissant des conseils architecturaux, en publiant des guides techniques et en contribuant à des projets Open Source. Avant de rejoindre Google, il a dirigé les opérations cloud de plusieurs entreprises dans la région de Denver/Boulder, intégrant des pratiques DevOps au passage.



Daniella Villalba

Daniella Villalba est chercheuse en expérience utilisateur chez Google. Elle s'appuie sur des recherches basées sur des enquêtes pour cerner les facteurs qui assurent la satisfaction et la productivité des développeurs. Avant de travailler pour Google, elle a étudié les avantages de la formation à la méditation et les facteurs psychosociaux qui affectent l'expérience des étudiants. Elle est diplômée d'un doctorat en psychologie expérimentale de l'université internationale de Floride.



Eric Maxwell

Eric Maxwell est responsable de l'unité Google chargée de la transformation basée sur le DevOps, où il aide les plus grandes entreprises mondiales à s'améliorer en accélérant la création de valeur. Ancien ingénieur sur le terrain, il a consacré la première moitié de sa carrière à automatiser tout ce qu'il pouvait afin d'aider ses pairs. Il a co-créé le programme de modernisation des applications cloud (CAMP) de Google et est membre de l'équipe DORA. Avant d'intégrer Google, il a travaillé sur la conception de solutions géniales avec ses collègues pleins d'esprit de chez Chef Software.



Kim Castillo

Kim Castillo est responsable de programme sur l'expérience utilisateur chez Google. Elle gère les initiatives pluridisciplinaires du programme DORA, de la supervision des opérations de recherche à la publication du présent rapport depuis 2022. Elle travaille également sur la recherche UX pour Gemini dans Google Cloud. Avant de rejoindre Google, elle a utilisé ses talents en gestion de programmes techniques et coaching en agilité. Elle a forgé son expérience dans la recherche psychosociale, plus particulièrement sur des sujets comme les exécutions extrajudiciaires, le développement des populations urbaines pauvres et la résilience communautaire dans son pays d'origine, les Philippines.



Michelle Irvine

Michelle Irvine est rédactrice technique chez Google, où elle mène des recherches sur la documentation et d'autres formes de communication technique. Avant de rejoindre Google, elle travaillait dans l'édition pédagogique et en tant que rédactrice technique pour des logiciels de simulation physique. Elle possède une licence (BS) en sciences physiques, ainsi qu'une maîtrise (MA) en rhétorique et conception de la communication de l'université de Waterloo.



Nathen Harvey

Nathen Harvey dirige l'équipe DORA chez Google Cloud. Il a appris et partagé des enseignements provenant d'organisations, d'équipes et de communautés Open Source remarquables. Il est co-auteur de plusieurs rapports DORA et a contribué, en tant qu'auteur et éditeur, à l'ouvrage *97 Things Every Cloud Engineer Should Know*, publié par O'Reilly en 2020.

Données sur les entreprises et démographiques

Qui a répondu à l'enquête ?

Depuis plus de 10 ans, le programme de recherche DORA étudie les capacités des organisations très performantes axées sur la technologie, ainsi que leurs pratiques et les mesures qu'elles utilisent. Nous avons échangé avec plus de 39 000 professionnels d'entreprises de toutes tailles et de nombreux secteurs différents. Nous les remercions pour les informations précieuses qu'ils ont partagées avec nous. Cette année, près de 3 000 professionnels de divers secteurs à travers le monde ont partagé leurs expériences pour nous aider à mieux comprendre ce qui entraîne le succès de ces organisations.

Pour les données sur les entreprises et démographiques, nous nous sommes appuyés cette année sur les recherches menées par Stack Overflow.

Plus de 90 000 personnes ont participé à l'enquête 2023 Stack Overflow Developer Survey¹. Cette enquête n'est pas arrivée jusqu'à tous les professionnels techniques, mais elle donne l'aperçu le plus complet possible du monde du développement.

Connaissant la population concernée, nous pouvons identifier les biais de réponse dans nos données et déterminer le degré de généralisation qu'il est possible d'atteindre dans nos conclusions. De plus, les questions se rapportant aux entreprises et d'ordre démographique posées dans l'enquête Stack Overflow Developer Survey sont bien conçues et réutilisables.

En résumé, il n'y a pas de divergences majeures entre notre échantillon et celui de Stack Overflow. Nous avons donc toutes les raisons de penser que notre échantillon est représentatif de la population.

Secteur

Nous avons demandé aux personnes interrogées de préciser le secteur d'activité principal de leur organisation parmi 12 catégories. Les secteurs les plus courants dans lesquels les personnes interrogées travaillent sont la technologie (35,69 %), les services financiers (15,66 %), et le commerce, la consommation et l'e-commerce (9,49 %).

Secteur	Pourcentage des personnes interrogées
Technologie	35,69 %
Services financiers	15,66 %
Commerce/Consommation/E-commerce	9,49 %
Autre	5,94 %
Industrie manufacturière	5,49 %
Santé et industrie pharmaceutique	4,60 %
Multimédia/Divertissements	4,26 %
Administration	3,89 %
Éducation	3,66 %
Énergie	3,03 %
Assurances	2,39 %
Activités à but non lucratif	1 %

Nombre d'employés

Nous avons demandé aux personnes interrogées d'indiquer le nombre d'employés dans leur organisation, en utilisant neuf tranches. Les organisations dans lesquelles les personnes interrogées travaillent le plus souvent comptent 10 000 employés ou plus (24,10 %), entre 100 et 499 employés (18,50 %) et entre 1 000 et 9 999 employés (15,60 %).

Taille de l'organisation	Pourcentage
1 personne	2,0 %
Entre 2 et 9	3,2 %
Entre 10 et 19	4,3 %
Entre 20 et 99	14,5 %
Entre 100 et 499	18,5 %
Entre 500 et 999	11,2 %
Entre 1 000 et 4 999	15,6 %
Entre 5 000 et 9 999	6,7 %
10 000 ou plus	24,1 %

Handicap

Nous avons identifié le handicap selon six aspects correspondant aux directives du Washington Group Short Set² C'est la cinquième année que nous posons des questions sur le handicap. Le pourcentage de personnes interrogées déclarant un handicap est passé de 11 % en 2022 à 6 % en 2023, puis à 4 % en 2024.

Handicap	Pourcentage des personnes interrogées
Aucun des handicaps mentionnés	92 %
Au moins un des handicaps mentionnés	4 %
Préfèrent ne pas répondre	4 %

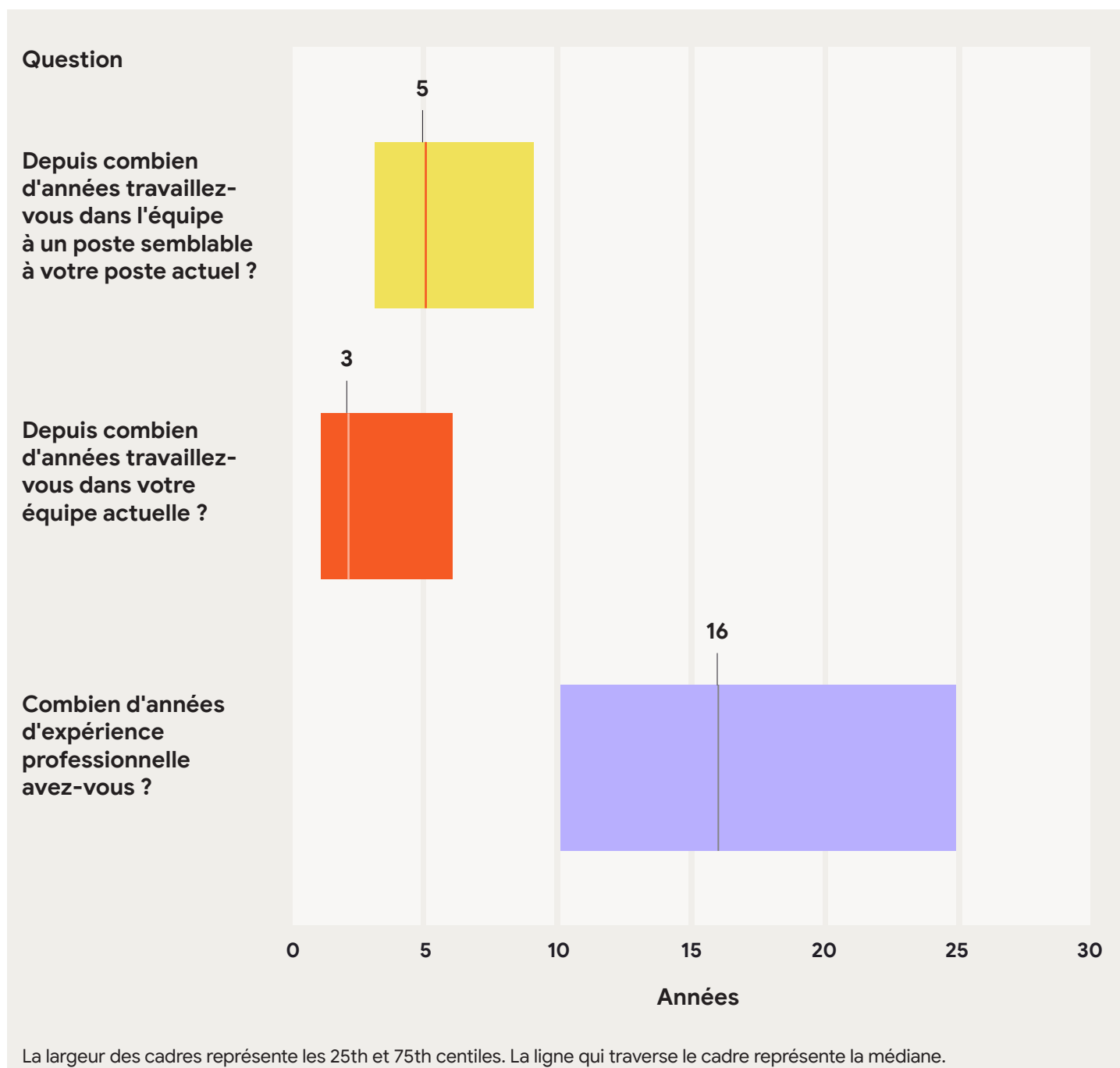
Genre

Nous avons demandé aux personnes interrogées d'indiquer leur genre. 83 % des personnes interrogées s'identifient comme des hommes, 12 % comme des femmes, 1 % choisissent de décrire elles-mêmes leur genre et 4 % préfèrent ne pas répondre.

Genre	Pourcentage
Homme	83 %
Femme	12 %
Se décrivent avec leurs propres mots	1 %
Préfèrent ne pas répondre	4 %

Expérience

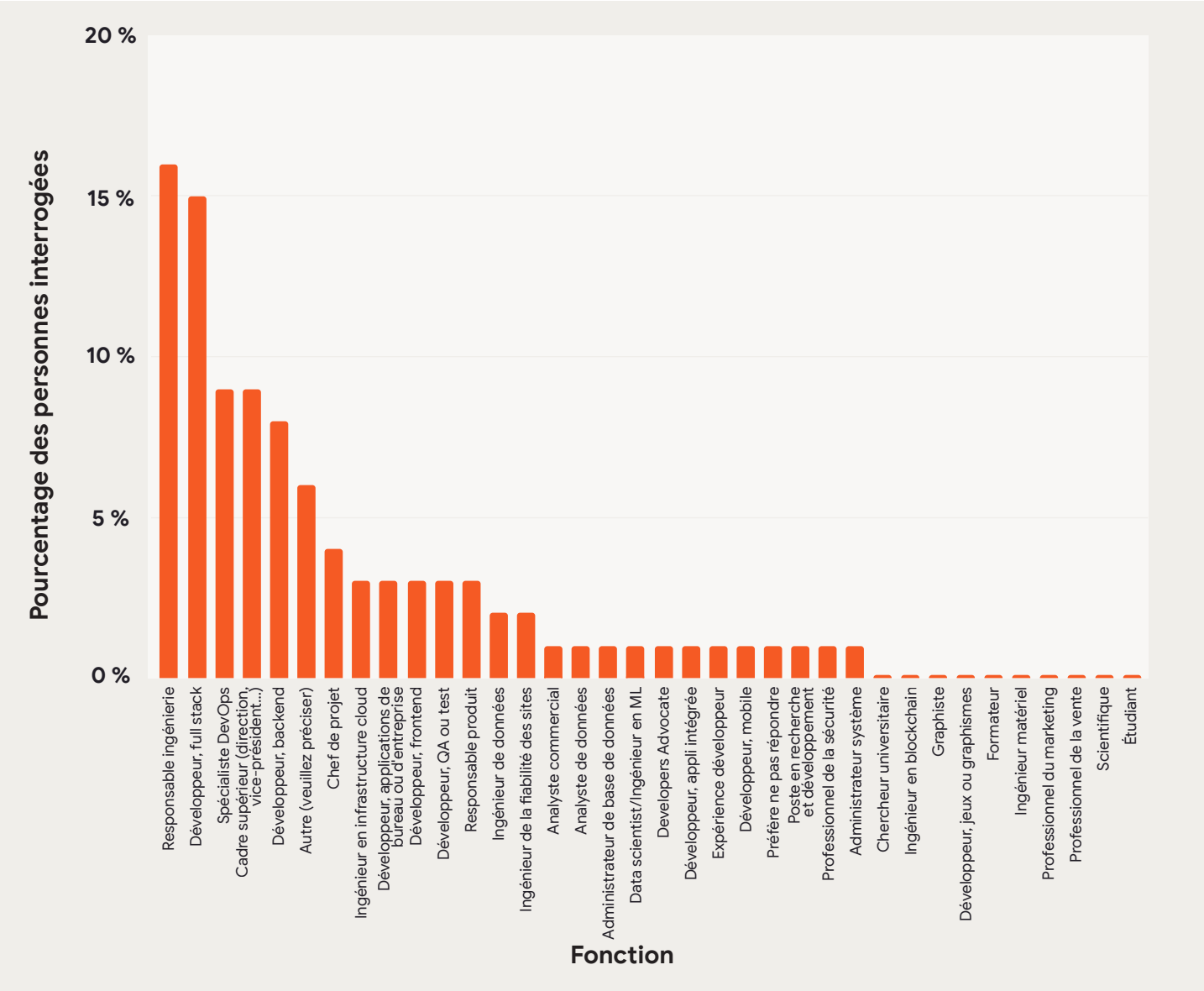
Nous avons demandé aux personnes interrogées de préciser leur nombre d'années d'expérience à leur poste et au sein de leur équipe. La médiane était de 16 ans d'expérience professionnelle, 5 ans d'expérience à leur poste actuel et 3 ans d'expérience au sein de leur équipe actuelle.



Fonction

Dans les analyses, certains postes individuels ont été regroupés afin d'intégrer de manière significative les postes qui représentaient une faible proportion des personnes interrogées. D'autres catégories étaient fortement représentées dans nos données, par exemple :

- les développeurs, représentant 29 % des personnes interrogées ;
- les responsables, représentant 23 % des personnes interrogées ;
- les cadres supérieurs, représentant 9 % des personnes interrogées (+ 33 % par rapport à 2023) ;
- les professionnels de l'analyse, représentant environ 5 % des personnes interrogées.



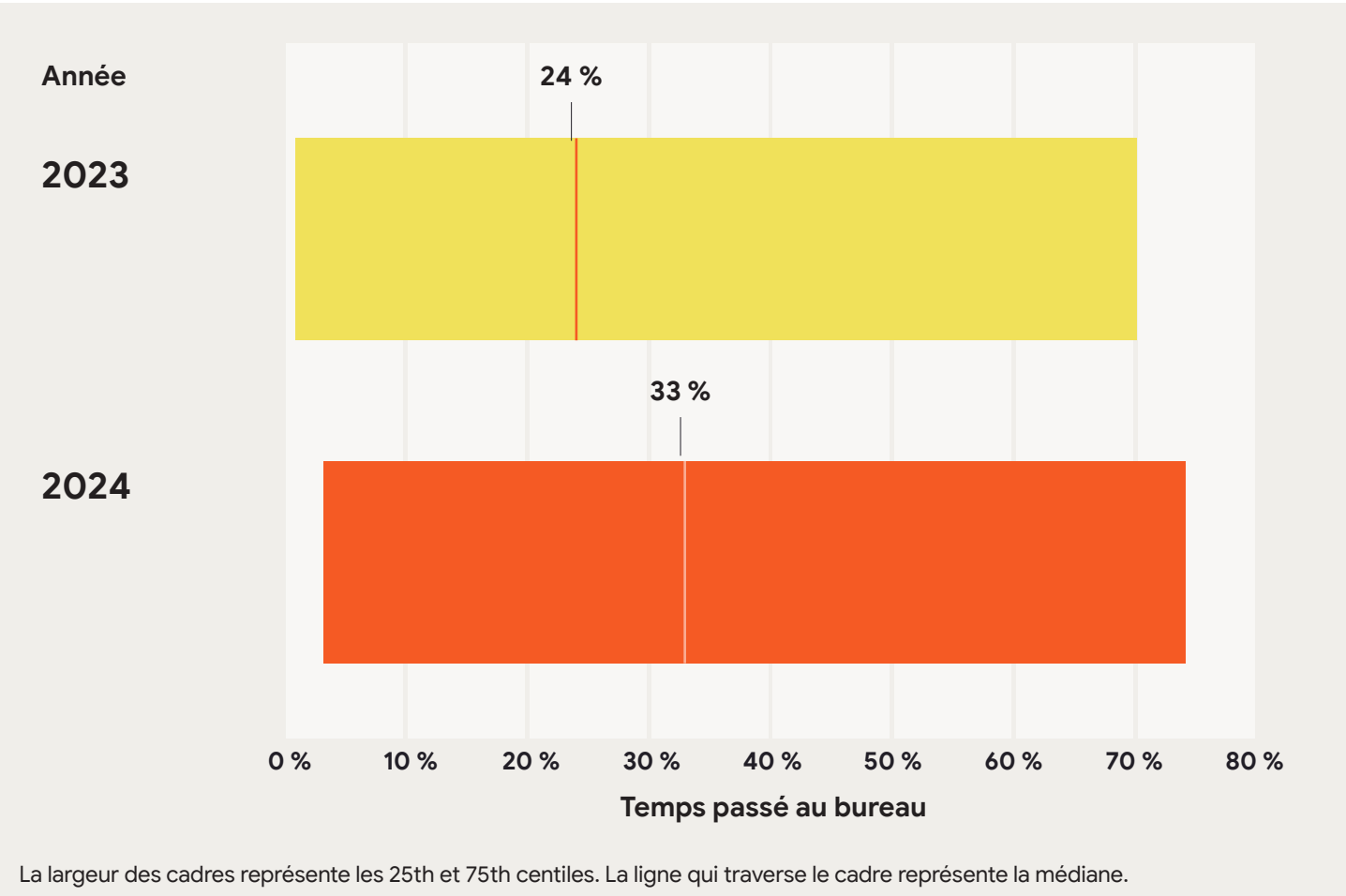
Situation professionnelle

Nous avons demandé aux personnes interrogées de préciser leur situation professionnelle actuelle. La grande majorité (90 %) d'entre elles étaient des employés à temps plein d'une organisation.

Type d'emploi	Pourcentage
Prestataire à temps plein	6 %
Employé à plein temps	90 %
Prestataire à temps partiel	1 %
Employé à temps partiel	2 %

Lieu de travail

Malgré une autre année de pression pour le retour au bureau, les chiffres de l'année dernière se sont largement maintenus, en particulier aux extrémités de la distribution. L'augmentation de 37,5 % des valeurs médianes suggère que le travail hybride, ou du moins les passages réguliers au bureau, deviennent plus courants.



Pays

Les personnes interrogées sont basées dans 104 pays différents. Nous sommes toujours ravis de constater que les participants à notre enquête viennent des quatre coins du monde. Merci à tous !



Pays					
États-Unis	Italie	Singapour	Islande	Luxembourg	Guatemala
Royaume-Uni	Suisse	Albanie	Iran	Nicaragua	Hong Kong
Canada	Argentine	Géorgie	Jordanie	Pakistan	Malte
Allemagne	Mexique	Grèce	Kenya	Pérou	Maurice
Japon	Portugal	Philippines	Arabie saoudite	Corée du Sud	Maroc
Inde	Autriche	Hongrie	Slovaquie	Sri Lanka	Népal
France	Roumanie	Serbie	Slovénie	Tunisie	Paraguay
Brésil	Finlande	Afghanistan	Thaïlande	Andorre	Swaziland
Espagne	Turquie	Algérie	Ouzbékistan	Barbade	République arabe syrienne
Australie	Bulgarie	Égypte	Angola	Belize	Taïwan
Pays-Bas	Irlande	Indonésie	Arménie	Bénin	Macédoine du Nord
Chine	Israël	Fédération de Russie	Bosnie-Herzégovine	Bolivie	Trinité-et-Tobago
Suède	Belgique	Ukraine	République dominicaine	Burkina Faso	Uruguay
Norvège	Chili	Viêt Nam	Équateur	Comores	Venezuela, République bolivarienne du...
Nouvelle-Zélande	Colombie	Bangladesh	Estonie	Côte d'Ivoire	
Pologne	République tchèque	Biélorussie	Kazakhstan	El Salvador	
Afrique du Sud	Malaisie	Costa Rica	Lettonie	Éthiopie	
Danemark	Nigeria	Croatie	Lituanie	Gambie	

Origine ethnique

Nous avons demandé aux personnes interrogées d'indiquer leur origine ethnique. Notre plus grand groupe était composé de Blancs (32,4 %) et/ou d'Européens (22,7 %).

Origine ethnique	Pourcentage
Blanc	32,4
Europe	22,7
Asie	9,9
Amérique du Nord	4,6
Inde	4,1
Préfère ne pas répondre	4,1
Amérique latine (zones hispaniques)	3,5
Amérique du Sud	3,2
Asie de l'Est	2,5
Afrique	1,8
Asie du Sud	1,7
Métis (plusieurs origines)	1,5
Autre (dans vos propres mots)	1,5
Asie du Sud-Est	1,4
Noir	1,3

Origine ethnique	Pourcentage
Moyen-Orient	1,3
Métis (deux origines)	0,4
Amérique centrale	0,4
Je ne sais pas	0,4
Afrique du Nord	0,4
Caraïbes	0,2
Asie centrale	0,2
Asie du Sud	1,7
Groupe ethnoreligieux	0,2
Îles du Pacifique	0,2
Autochtone (par exemple, Amérindien ou Aborigène d'Australie)	0,1

1. <https://survey.stackoverflow.co/2023/>
2. <https://www.washingtongroup-disability.com/question-sets/wg-short-set-on-functioning-wg-ss/>

Méthodologie

Une méthodologie doit servir de guide, comme une recette, pour vous permettre de reproduire notre travail et d'évaluer si la méthode employée pour générer et analyser nos données peut vous fournir des informations pertinentes. Bien que nous n'ayons pas la place d'entrer dans les détails exacts, nous espérons que cette section constitue un bon point de départ pour ces réflexions.

Développement de l'enquête

Sélection des questions

Lorsqu'il s'agit de décider si une question doit être incluse dans une enquête, nous prenons en compte les aspects suivants :

Cette question est-elle...

- **établie afin que nous puissions faire le lien entre notre travail et de précédents efforts ?**
- **conçue pour capturer un résultat que le secteur souhaite atteindre (par exemple, des performances d'équipe élevées) ?**
- **conçue pour identifier une capacité dans laquelle le secteur envisage d'investir des ressources (par exemple, l'IA) ?**
- **conçue pour identifier une capacité qui, selon nous, aidera les personnes à atteindre leurs objectifs (par exemple, une documentation de qualité) ?**
- **utile pour évaluer la représentativité de notre échantillon (par exemple, la fonction ou le genre) ?**
- **utile pour éliminer les biais potentiels (par exemple, le langage de programmation ou la fonction) ?**
- **formulée de manière à ce que la grande majorité des personnes interrogées puissent répondre avec un degré de précision raisonnable ?**

Nous nous appuyons sur les publications existantes, collaborons avec la [communauté DORA](#), menons des entretiens cognitifs, réalisons des études qualitatives parallèles, travaillons avec des experts et organisons des ateliers d'équipe pour éclairer nos décisions d'inclure une question dans notre enquête.

Expérience d'enquête

Nous apportons un soin particulier à améliorer l'usabilité de l'enquête. Nous menons des entretiens cognitifs et des tests d'usabilité pour nous assurer que l'enquête répond à certains critères :

- **L'enquête doit, en moyenne, demander peu de temps aux personnes interrogées.**
- **Le questionnaire doit être très compréhensible.**
- **L'effort requis doit être raisonnablement faible, ce qui représente un défi majeur compte tenu de la nature technique des concepts abordés.**

Collecte des données

Langues

Des personnes du monde entier répondent chaque année à notre enquête. Cette année, nous nous sommes efforcés de rendre l'enquête accessible à un plus large public en la localisant dans les langues suivantes : English, español, français, português, 日本語 et 简体中文.



Collecter les réponses à l'enquête

Nous recrutons les participants via plusieurs canaux qui appartiennent à deux catégories : le recrutement naturel et le panel.

L'approche naturelle consiste à passer par tous les médias sociaux à notre disposition pour que leurs utilisateurs prennent connaissance de l'existence d'une enquête à laquelle nous aimerions qu'ils répondent. Nous créons des articles de blog, nous lançons des campagnes par e-mail, nous publions des contenus sur les réseaux sociaux et nous demandons aux membres de la communauté de faire de même (échantillonnage boule de neige).

Nous recourons à un panel en complément des canaux naturels. L'objectif ici est de recruter des participants traditionnellement sous-représentés dans la communauté technique étendue, et nous tentons d'obtenir des réponses convenables de certains secteurs et types d'organisations.

En bref, cette approche nous donne davantage de contrôle sur le recrutement, par rapport à l'approche naturelle où le contrôle est inexistant. Grâce au panel, nous nous assurons simplement que le nombre de personnes interrogées est suffisant, car il est impossible de savoir si l'approche naturelle générera les réponses nécessaires aux types d'analyses que nous réalisons. Cette année, nous avons reçu un nombre suffisant de réponses naturelles pour mener notre analyse, et le panel a permis de compléter notre groupe de participants.

Déroulement de l'enquête

Cette année, nous avons de nombreuses questions à poser, mais pas assez de temps pour les inclure toutes. Nos options étaient les suivantes :

- **Concevoir une enquête extrêmement longue**
- **Sélectionner un sous-ensemble de thématiques sur lesquelles se concentrer**
- **Attribuer aléatoirement des participants à différents sujets**

Nous ne voulions pas renoncer à nos centres d'intérêt, alors nous avons choisi d'attribuer aléatoirement les participants à l'un des trois parcours distincts. Il y avait beaucoup de points communs entre ces trois parcours, mais chacun explorait en profondeur un domaine spécifique.

Voici les trois thématiques des parcours :

- **IA**
- **Lieu de travail**
- **Ingénierie des plates-formes**

Analyse de l'enquête

Validation des mesures

Nous cherchons à couvrir un large éventail de concepts lors de l'enquête. Les appellations qui correspondent à ce que nous faisons sont diverses et variées, mais du point de vue que nous adoptons, la mesure d'un concept est une variable. Les variables sont les ingrédients des modèles, qui sont les éléments inclus dans notre étude. La validité des mesures s'analyse généralement de deux points de vue : interne et externe.

Pour établir la validité interne d'une mesure, nous nous penchons sur ce qui, selon nous, indique la présence d'un concept. Par exemple, un indicateur de la qualité d'une documentation peut être que les employés l'utilisent pour résoudre des problèmes.

La majorité de nos variables impliquent plusieurs indicateurs, car les représentations qui nous intéressent semblent posséder de multiples facettes.

Pour comprendre la nature multifacette d'une variable, nous vérifions à quel point les éléments utilisés pour dépeindre un concept se mêlent. S'ils se mêlent bien (c'est-à-dire qu'ils partagent une forte variance commune), nous supposons qu'un principe sous-jacent existe, tel que le concept qui nous intéresse.

Prenons le bonheur, par exemple : c'est une notion multifacette. Nous nous attendons à certains ressentis, certaines actions et certaines pensées de la part d'une personne

heureuse. Nous supposons ainsi que le bonheur sous-tend un schéma donné de ressentis, d'actions et de pensées.

Par conséquent, nous prévoyons l'émergence simultanée de certains types de ressentis, d'actions et de pensées chez les personnes qui se disent heureuses. Cela nous mènerait à poser des questions sur ces ressentis, actions et pensées. Une analyse factorielle confirmatoire nous permettrait de vérifier s'ils apparaissent véritablement ensemble.

Cette année, nous avons utilisé le package R lavaan¹ pour réaliser cette analyse. lavaan renvoie tout un éventail de statistiques d'ajustement pour nous aider à comprendre si les représentations reflètent réellement la façon dont les personnes interrogées répondent aux questions.

Si les indicateurs d'un concept ne se mêlent pas, celui-ci devra peut-être être révisé ou abandonné, car il est alors clair que nous n'avons pas trouvé de moyen fiable de le mesurer.

La validité externe d'une représentation consiste à étudier son adéquation avec son environnement. Nous pouvons nous attendre à ce qu'une représentation possède certaines relations avec d'autres représentations. Parfois, la relation attendue entre deux représentations est négative, comme entre le bonheur et la tristesse.

Si notre mesure du bonheur s'avère positivement corrélée à la tristesse, une remise en question de notre mesure ou de notre théorie peut être requise.

De même, la relation attendue entre deux représentations peut être positive, mais pas forte. La productivité et la satisfaction au travail seront probablement corrélées positivement, mais nous ne les estimons pas identiques. Si la corrélation est trop forte, nous pourrions penser que nous mesurons le même concept. Dans ce cas, nos mesures ne sont pas assez bien calibrées pour relever les différences entre les deux concepts, ou les différences que nous avons cru déceler n'existent pas.

Évaluation des modèles

En nous appuyant sur un ensemble d'hypothèses comme principe directeur, nous construisons des modèles hypothétiques, de petits outils qui tentent de représenter certains aspects du fonctionnement du monde. Nous examinons dans quelle mesure ces modèles correspondent aux données que nous avons collectées. Pour évaluer un modèle, nous y allons à petits pas, en commençant par un modèle très simpliste² auquel nous ajoutons de la complexité progressivement jusqu'à ce qu'elle ne se justifie plus.

Par exemple, nous pensons que les performances organisationnelles résultent de l'interaction entre les performances de livraison de logiciels et les performances opérationnelles. Dans le modèle simpliste, l'interaction est absente :

Performances organisationnelles ~ Performances de livraison de logiciels + Performances opérationnelles

Notre second modèle, lui, l'inclut :

Performances organisationnelles ~ Performances de livraison de logiciels + Performances opérationnelles + Performances de livraison de logiciels × Performances opérationnelles

Selon les recommandations fournies dans "Regression and other stories"³ et "Statistical Rethinking"⁴, nous nous appuyons sur la validation croisée de type un contre tous⁵ et sur le critère d'information de Watanabe-Akaike⁶ pour déterminer si l'ajout de complexité est nécessaire.

Les graphes orientés acycliques pour l'inférence causale

Un modèle validé nous indique ce que nous devons savoir pour commencer à réfléchir de manière causale. Nous abordons ci-dessous les difficultés liées à la réflexion causale.

Pourquoi *cherchons-nous* à réfléchir de manière causale ?

Nous pensons que votre question est fondamentalement causale : vous voulez savoir si une action donnée entraînera un certain résultat. Vous n'allez pas investir dans une action si vous pensez qu'il ne s'agit que d'une corrélation non causale.

Les résultats de nos analyses dépendent de notre compréhension causale du monde. Les chiffres obtenus dans nos régressions varient en fonction des variables que nous incluons dans le modèle. Ce que nous choisissons d'inclure dans la régression devrait être déterminé par notre compréhension de la façon dont les données sont générées, ce qui constitue une affirmation causale. Par conséquent, nous devons être clairs.

La réflexion causale est le chemin que suit notre curiosité : nous y consacrons beaucoup de temps. Nous nous demandons souvent comment les différents aspects du monde sont liés et pourquoi. Il n'est pas nécessaire de mener des expériences sur chaque aspect de nos vies pour y réfléchir de manière causale.

La réflexion causale est au cœur de l'action, et c'est précisément l'objectif de ce rapport : vous aider à prendre des décisions en vue d'agir.

Nous pouvons utiliser le modèle validé pour identifier les éléments à prendre en compte afin de comprendre un effet. En résumé, il nous permet d'organiser nos données comme dans un test A/B, où l'on cherche à créer deux mondes identiques à une seule différence près. La logique veut que toute différence observée entre ces deux mondes soit attribuable à cette différence initiale.

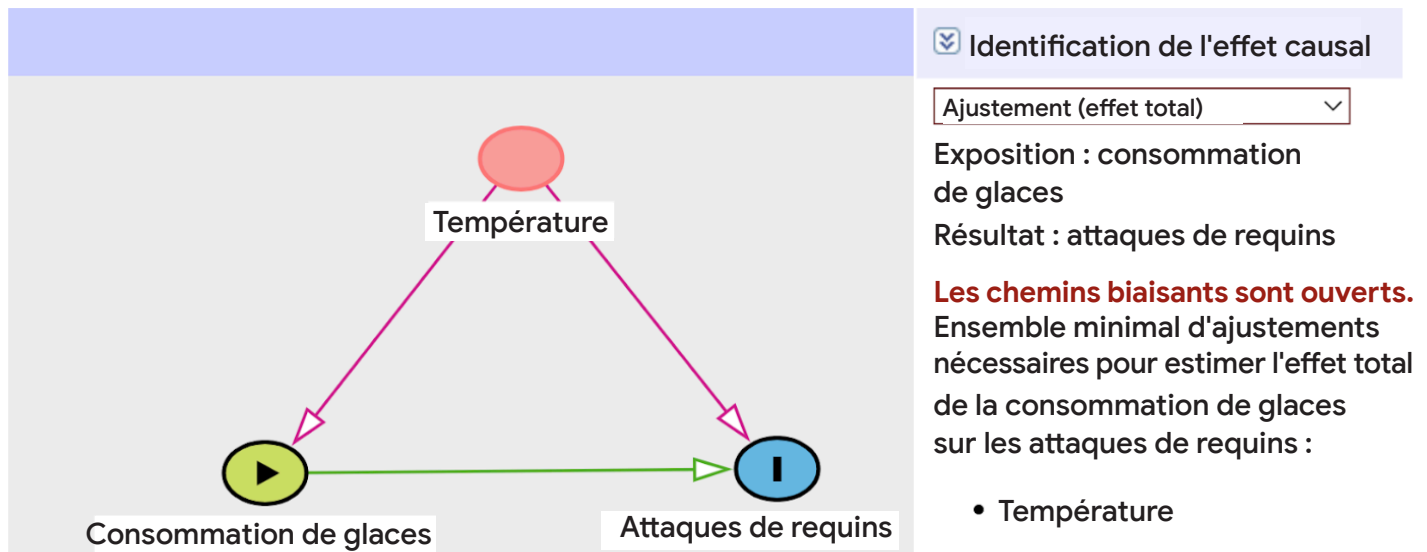
Dans les données d'observation et des enquêtes, les distinctions ne sont pas aussi clairement définies : de nombreux éléments diffèrent entre les participants, ce qui introduit des facteurs de confusion. Notre méthode d'inférence causale tente de tenir compte de ces différences afin d'imiter une expérience : c'est-à-dire maintenir tous les éléments constants, sauf un (par exemple, l'adoption de l'IA).

Prenons l'exemple classique de la consommation de glaces qui "cause" des attaques de requins. Le problème de cette observation réside dans le fait que les gens ont tendance à manger des glaces et à aller à la plage lorsqu'il fait chaud. La situation où les gens mangent des glaces et vont à la plage n'est pas la même que celle où ils ne mangent pas de glaces et ne vont pas à la plage. Les données ne respectent pas la logique d'une expérience. Nous avons ici une variable de confusion : la température.

Les graphes orientés acycliques (DAG) permettent d'identifier les manières dont le monde diffère et proposent des approches pour remédier à cette situation, en essayant d'imiter une expérience dans laquelle tous les éléments sont constants, sauf un. Voyons comment le DAG peut nous aider à quantifier l'impact de la consommation de glaces sur les attaques de requins dans notre exemple.

Je dessine mon modèle, j'indique à l'outil quel effet je souhaite comprendre, et l'outil me précise ce qui risque de biaiser mon estimation de l'effet. Dans ce cas, l'outil indique qu'il est impossible d'estimer l'effet de la consommation de glaces sur les attaques de requins sans ajuster la température. Cette approche statistique vise à rendre tous les éléments égaux, sauf la consommation de glace, pour observer si les attaques de requins continuent de varier en fonction de la consommation de glaces.

Nous décrivons nos modèles, comme vous l'avez deviné, dans le chapitre [Modèles](#).



L'image provient de la page <https://www.dagitty.net/dags.html>.

Le graphe orienté acyclique nous indique les éléments à prendre en compte dans nos analyses pour évaluer des effets particuliers.

Par exemple, que devons-nous considérer dans notre analyse de l'impact de l'adoption de l'IA sur la productivité ?

Statistiques bayésiennes

Cette analyse est réalisée à l'aide des statistiques bayésiennes. Celles-ci présentent de nombreux avantages :

- Elles nous éloignent de la dichotomie entre significatif et non significatif. (Demandez à 10 personnes d'expliquer les valeurs-p fréquentistes, et vous obtiendrez 10 réponses différentes.)
- Elles permettent de connaître la probabilité de l'hypothèse d'après les données, et non la probabilité des données d'après notre hypothèse.
- Elles permettent d'incorporer nos connaissances préalables dans nos modèles, ou au moins d'être explicites sur ce que nous ignorons⁷.
- Elles nous obligent à examiner les hypothèses sous-jacentes au processus de modélisation.
- Elles nous donnent la possibilité d'explorer les distributions a posteriori pour évaluer la magnitude, l'incertitude et la pertinence du modèle vis-à-vis des données. Au final, elles nous permettent de comprendre clairement ce que nous savons et ignorons d'après nos données.
- Elles offrent un cadre flexible qui permet de résoudre de nombreux problèmes statistiques de manière très unifiée.

Qu'entendons-nous par "simulation" ?

Il ne s'agit pas d'inventer des données. Nous utilisons les statistiques bayésiennes pour calculer une probabilité a posteriori, qui tente de capturer "la fréquence attendue d'apparition de différentes valeurs de paramètre"⁸. La partie "simulation" s'appuie sur cette probabilité a posteriori plus de 1 000 fois afin d'explorer les valeurs les plus crédibles pour un paramètre (moyenne, coefficient bêta, sigma, intercept, etc.) selon nos données.

"Imaginez que la probabilité a posteriori est un regroupement de valeurs de paramètre telles que 0,1, 0,7, 0,5, 1, etc. Dans le regroupement, chaque valeur existe proportionnellement à sa probabilité a posteriori, de sorte que les valeurs proches du pic sont bien plus courantes que celles proches des extrémités⁹."

Au bout du compte, cela revient à utiliser les simulations pour explorer les interprétations possibles des données et avoir une idée de l'étendue de l'incertitude existante. Chaque simulation peut être perçue comme une

mini-IA qui ne connaît rien d'autre que nos données et quelques règles pour essayer d'apporter une réponse (un paramètre) avec une supposition basée sur toutes ces informations. En répétant le procédé 4 000 fois, vous obtenez les suppositions de 4 000 mini-IA pour un paramètre donné.

Vous pouvez en apprendre beaucoup de ces suppositions : quelle est la supposition moyenne, quelles sont les valeurs qui entourent 89 %¹⁰ de ces suppositions, combien de suppositions dépassent un certain seuil, quelle est la variation entre les suppositions, etc. Vous pouvez même vous amuser à combiner les suppositions (simulations) sur de nombreux modèles.

Lorsque nous présentons un graphique avec de nombreuses lignes ou une répartition de valeurs potentielles, nous essayons de vous montrer ce qui est le plus plausible sur la base de nos données, ainsi que l'ampleur de l'incertitude présente.

Synthétiser nos conclusions avec l'aide de la communauté

Nos conclusions offrent des perspectives précieuses pour les équipes et organisations techniques, mais elles se comprennent mieux à travers le dialogue et l'apprentissage partagé. Notre implication au sein de la communauté DORA nous apporte des points de vue variés, remet en question nos hypothèses et nous aide à découvrir de nouvelles façons d'interpréter et d'appliquer ces résultats.

Nous vous invitons à rejoindre la communauté DORA (<https://dora.community>) afin de partager vos expériences, d'apprendre des autres et de découvrir diverses approches pour appliquer ces recommandations. Ensemble, nous pouvons explorer les meilleures façons d'exploiter ces insights et de favoriser des changements significatifs au sein de votre organisation.

Entretiens

Cette année, nous avons complété notre enquête annuelle par des entretiens approfondis et semi-structurés afin de trianguler, contextualiser et clarifier nos résultats quantitatifs. Le guide d'entretien reflétait les thèmes abordés dans notre enquête et était conçu pour des sessions d'une durée d'environ 75 minutes chacune, réalisées à distance avec Google Meet.

Au total, nous avons interrogé 11 participants répondant aux critères d'inclusion de notre enquête. Tous les entretiens ont été enregistrés aux formats audio et vidéo. Les sessions ont duré entre 57 et 85 minutes, totalisant 14 heures et 15 minutes de données collectées auprès de l'ensemble des participants. Les données des participants ont été pseudonymisées à l'aide d'identifiants sous la forme P(N), où N correspond à l'ordre dans lequel ils ont été interrogés.

Tous les entretiens ont été transcrits à l'aide d'un logiciel automatisé. Les transcriptions ont été codées manuellement en utilisant les thèmes de notre enquête comme codes a priori. Les citations figurant dans la publication finale de ce rapport ont été vérifiées et retranscrites manuellement avant leur inclusion. Les mots ajoutés aux citations des participants par les auteurs de ce rapport sont indiqués entre crochets ([]), les mots supprimés sont signalés par des points de suspension (...) et les modifications n'ont été apportées que lorsqu'elles étaient nécessaires pour des raisons de clarté.

Sauts inférentiels dans les résultats

Notre objectif est de créer une représentation pragmatique du monde, que chacun puisse utiliser pour améliorer ses méthodes de travail. Nous savons que nous simplifions une réalité complexe. C'est, en quelque sorte, l'essence même du modèle. Jorge Luis Borges a écrit une très courte nouvelle intitulée "De la rigueur de la science", dans laquelle il évoque un empire qui réalise des cartes de son territoire à une échelle de 1:111. L'absurdité de cette situation rend la carte complètement inutile (du moins, c'est mon interprétation). Les simplifications que nous faisons sont censées être utiles.

Cela dit, il y a certains sauts inférentiels que nous souhaitons expliciter.

Causalité

Selon John Stuart Mill, trois conditions doivent être remplies pour affirmer que X cause Y¹² :

- **Corrélation** : X doit varier avec Y.
- **Antériorité temporelle** : X doit se produire avant Y.
- Les chemins biaisants sont pris en compte (comme décrit dans la section sur les DAG ci-dessus).

Nous sommes confiants dans notre capacité à comprendre la corrélation. C'est souvent une procédure statistique standard. Notre enquête reflète un moment précis dans le temps. Par conséquent, l'antériorité temporelle reste théorique et ne fait pas partie de nos données.

Comme mentionné précédemment dans le contexte des modèles d'équations structurelles et des graphes orientés acycliques, nous faisons en sorte de tenir compte des chemins biaisants, mais cet exercice reste très théorique, contrairement à l'antériorité temporelle, qui a des conséquences pouvant être explorées dans les données.

En d'autres termes, nous n'avons pas mené d'études longitudinales ni d'expérience rigoureuse. Malgré cela, nous pensons que la réflexion causale est essentielle pour comprendre le monde, et nous faisons de notre mieux pour utiliser les techniques émergentes d'inférence causale afin de fournir des estimations fiables. La corrélation n'implique pas la causalité, mais elle façonne la manière dont nous réfléchissons à la causalité.

Phénomènes de niveau micro

-> Phénomènes de niveau macro

Souvent, nous examinons les capacités au niveau individuel pour comprendre comment elles s'associent à des niveaux plus élevés. Par exemple, nous avons relié l'adoption individuelle de l'IA à une application ou à un service, puis aux performances des équipes. Cela ne semble pas très intuitif à première vue. Il est généralement plus facile d'envisager une situation où un phénomène de niveau macro cause un phénomène de niveau micro. Par exemple, l'idée que l'inflation (macro) influence mon choix d'acheter des œufs (micro) est plus facile à appréhender que l'idée selon laquelle mon choix de ne pas acheter d'œufs pourrait causer l'inflation.

Il en est de même lorsqu'on parle des performances d'une organisation (macro) qui ont un impact sur le bien-être d'un individu (micro). En règle générale, on suppose que l'organisation a plus d'influence sur l'individu que l'inverse.

Alors, pourquoi insister sur le fait qu'une action individuelle pourrait avoir un impact sur les performances d'une équipe ou d'une organisation ? Nous faisons un saut inférentiel que nous estimons raisonnable. Nous supposons qu'à grande échelle, l'énoncé suivant a tendance à être vrai :

Cela signifie que nous pensons que la probabilité qu'un individu fasse quelque chose (X) est plus élevée lorsqu'il appartient à une organisation ou à une équipe qui fait également X. Ainsi, les individus qui font quelque chose représentent des équipes et des organisations qui tendent elles aussi à faire X. Bien sûr, il existe beaucoup de bruit dans cette relation, mais une tendance générale devrait émerger, permettant à cette hypothèse de fournir des perspectives utiles.

Prenons un exemple extérieur à DORA : imaginez deux pays différents où la taille moyenne varie. Dans un pays, la taille moyenne est de 1,68 m (5'6"). Dans l'autre, elle est de 1,88 m (6'2"). L'écart type est identique dans les deux pays. Si vous choisissez une personne au hasard dans chaque pays, de quel pays pensez-vous que la personne la plus grande sera la plus susceptible de venir ? Si vous répétez cette expérience des milliers de fois, les pays où la taille moyenne est plus élevée seront représentés par des personnes plus grandes. La taille des personnes refléterait approximativement la taille moyenne dans les pays.

$$p(\text{individu fait X} \mid \text{organisation fait X}) > p(\text{individu fait X} \mid \text{organisation ne fait pas X})$$

Bien que ce ne soit pas indispensable, nous avons effectué une rapide simulation pour valider cette hypothèse :

```
#R code
#set seed for reproducibility
set.seed(10)

#6'2 and 5'6
height_means = c(6 + 1/6, 5.5)

#constant standard deviation at 1/4 of
foot
std_dev = 0.25

#random draws
draws = 1000

#random draws from country A
country_a <- rnorm(draws, mean = height_
means[1], sd = std_dev)

#random draws from country B
country_b <- rnorm(draws, mean = height_
means[2], sd = std_dev)

#how of the draws represent the correct
difference
represented_difference = sum(country_a >
country_b) / 1000

#show results as percentage
represented_difference * 100
```

Les résultats ne sont pas surprenants. 97,2 % des 1 000 tirages aléatoires vont dans la bonne direction. Évidemment, des tirages non aléatoires, des différences moindres entre les pays ou des échantillons de petite taille pourraient facilement induire en erreur. Néanmoins, le constat reste valable : les différences au niveau macro ont tendance à se refléter au niveau micro.

1. Y. Rosseel (2012). "lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling". Journal of Statistical Software, 48(2), 1–36 – <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
2. Cela impliquerait également l'examen des potentiels facteurs de confusion.
3. Andrew Gelman, Jennifer Hill et Aki Vehtari. 2021. Regression and Other Stories. N.p.: Cambridge University Press.
4. Richard McElreath. 2016. Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan. N.p.: CRC Press/Taylor & Francis Group.
5. Andrew Gelman, Jennifer Hill et Aki Vehtari. 2021. Regression and Other Stories. N.p.: Cambridge University Press
6. Richard McElreath. 2016. Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan. N.p.: CRC Press/Taylor & Francis Group.
7. Nos a priori ont tendance à être faibles (sceptiques, neutres et peu informés), et nous vérifions qu'ils n'influencent pas les résultats.
8. Richard McElreath. Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan. Chapman et Hall/CRC, 2018, pg. 50
9. Richard McElreath. Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan. Chapman et Hall/CRC, 2018, pg. 52
10. Nous avons suivi le raisonnement de Richard McElreath dans "Statistical Rethinking", p. 56, pour choisir 89 %. "Pourquoi ces valeurs ? Aucune raison... Et ces valeurs évitent l'intervalle conventionnel de 95 %, car cet intervalle incite souvent les lecteurs à effectuer inconsciemment des tests d'hypothèses." L'intervalle que nous fournissons vise simplement à montrer une "plage plausible de valeurs de paramètres compatibles avec le modèle et les données".
11. J. L. Borges. (1999). Collected fictions. Penguin.
12. Angela Lee Duckworth, Eli Tsukayama et Henry May. "Establishing causality using longitudinal hierarchical linear modeling: An illustration predicting achievement from self-control". Social psychological and personality science 1, no. 4 (2010): 311-317.

Modèles

Auparavant, nous avons élaboré un modèle unique et volumineux, validé à l'aide de différentes techniques de modélisation par équations structurelles (moindres carrés partiels, covariance, méthode bayésienne). Pour le rapport de 2023, nous avons adopté une approche axée sur de nombreux modèles plus petits, conçus pour nous aider à comprendre des processus spécifiques.

Par exemple, nous avons créé un modèle précis pour analyser les mécanismes liés à une documentation de qualité. Créer des modèles plus petits¹, conçus pour analyser des effets spécifiques, présente des avantages importants :

- **Il est plus facile d'identifier les domaines où le modèle s'ajuste mal.**
- **Chaque élément ajouté à un modèle exerce une force, une forme de gravité. Lorsque le modèle devient volumineux, il devient difficile de comprendre toutes les interactions entre les variables.**
- **Le risque de conditionner sur des éléments qui engendrent des relations factices² est réduit.**

Comment utilisons-nous les modèles ?

Nous avons tous de nombreuses questions, mais beaucoup de questions cruciales prennent la forme suivante :

Si nous faisons X, que se passe-t-il pour Y ?

X représente généralement une pratique, comme créer une documentation de qualité, adopter l'IA ou investir dans la culture.

Y est souvent un objectif que nous souhaitons atteindre ou éviter, qui peut se situer au niveau individuel (par exemple, la productivité) ou au niveau organisationnel (par exemple, la part de marché).

Nous construisons, évaluons et utilisons les modèles³ avec l'objectif de répondre à ce type de questions. Nous cherchons à fournir une estimation précise des conséquences de la mise en œuvre de X sur des résultats importants⁴. Lorsque nous rapportons les effets, nous mettons en avant deux aspects essentiels :

1. Le niveau de certitude concernant la **direction** de l'effet, c'est-à-dire dans quelle mesure il est clair que cette pratique sera bénéfique ou préjudiciable.
2. Le niveau de certitude concernant l'**ampleur** de l'effet. Nous fournissons ainsi une estimation relative de l'impact de certaines pratiques et du degré d'incertitude entourant ces estimations.

Voici certaines des capacités étudiées cette année :

- **Adoption de l'IA**
- **Utilisation de plates-formes**
- **Ancienneté des plates-formes**
- **Leadership transformationnel**
- **Stabilité des priorités**
- **Approche axée sur l'utilisateur**

Voici certains des résultats et groupes de résultats de cette année :

- **Performances individuelles et bien-être (surmenage, par exemple)**
- **Performances des équipes**
- **Performances des produits**
- **Workflow de développement (complexité du codebase et qualité de la documentation, par exemple)**
- **Performances de livraison de logiciels**
- **Performances organisationnelles**

Nous nous concentrons sur ces résultats, car nous pensons qu'ils sont des fins en eux-mêmes. Bien sûr, c'est plus vrai pour certains résultats que pour d'autres. Si vous découvriez que les performances organisationnelles et les performances des équipes n'étaient pas liées aux performances de livraison de logiciels, vous ne seriez probablement pas gêné par de faibles performances en livraison de logiciels.

Cependant, nous espérons que, même si les performances organisationnelles ne dépendaient pas du bien-être individuel, vous souhaiteriez quand même donner la priorité au bien-être des employés.

Un modèle récurrent

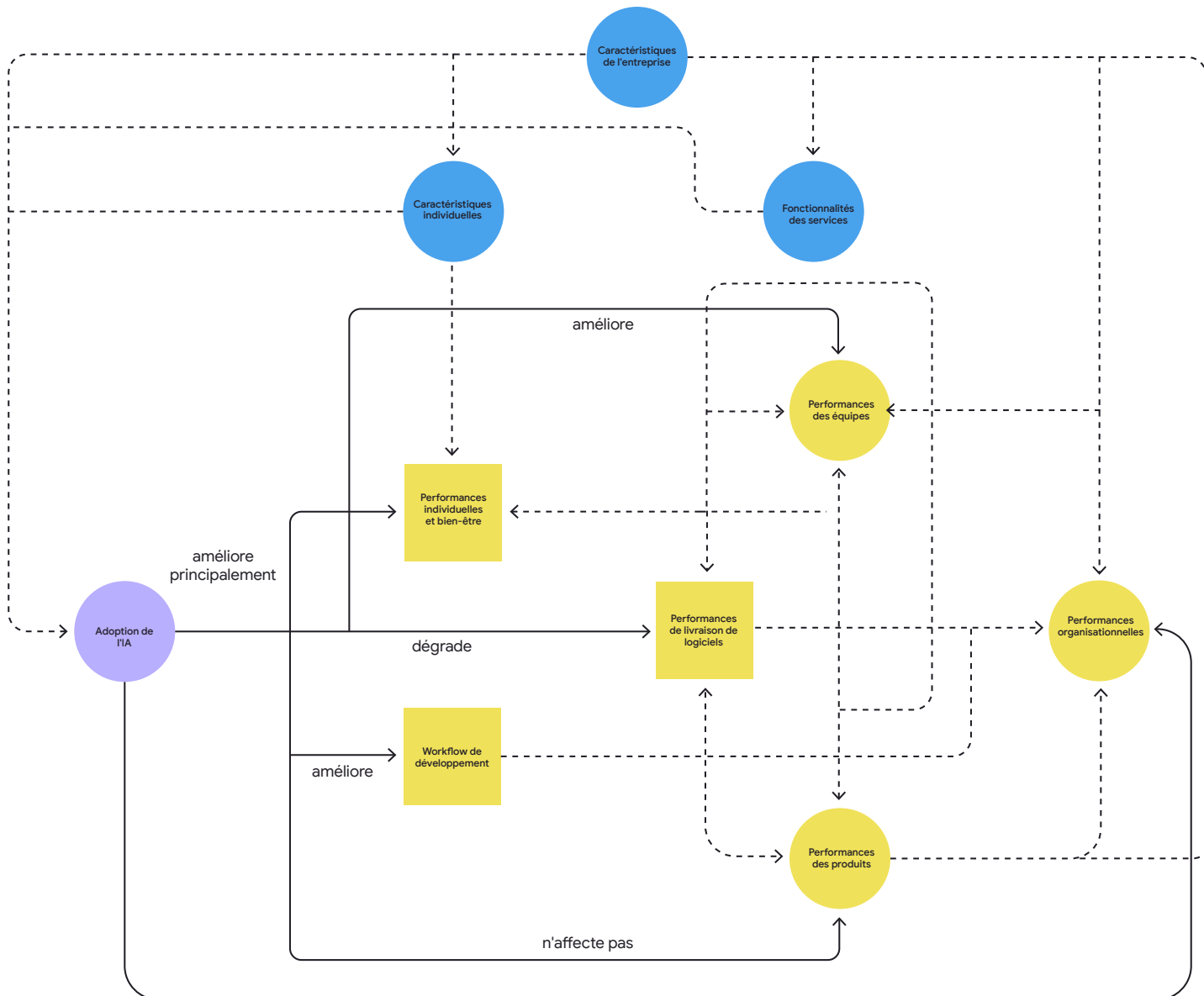
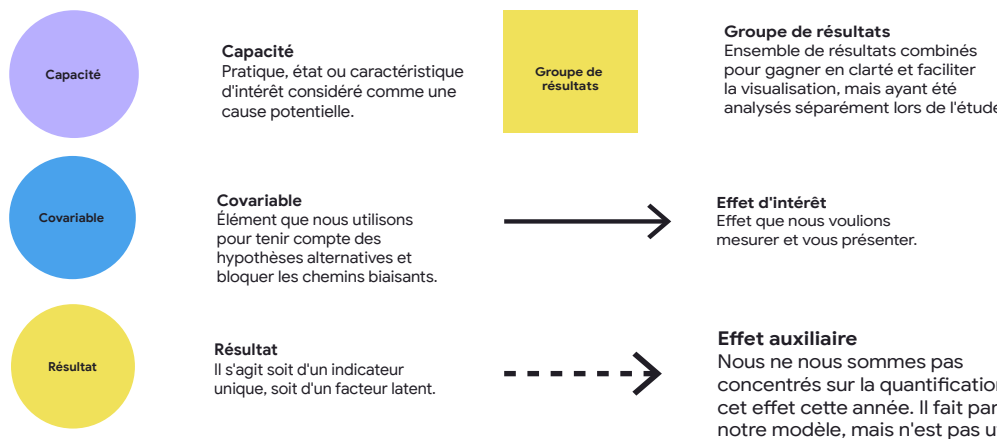
Au cours des trois dernières années, nous avons émis et examiné de nombreuses hypothèses nuancées, en particulier sur la modération et la médiation.

Cette année, nous avons passé moins de temps sur ce type d'hypothèses et nous nous sommes davantage concentrés sur l'estimation de l'effet d'une capacité sur un résultat. Par conséquent, le modèle est en grande partie identique pour chaque capacité.

Ainsi, le modèle des effets de l'adoption de l'IA est très semblable dans sa conception au modèle des effets de l'approche axée sur l'utilisateur. Nous pourrions copier le modèle en modifiant simplement le nom de la capacité, mais cela ne serait probablement pas très pertinent pour vous.

À la place, nous vous présentons simplement le modèle de l'IA, mais sachez qu'il s'agit du schéma ou de la forme générale derrière chacun de nos modèles. Si vous souhaitez réaliser votre propre analyse, concevoir ce modèle dans un outil comme [DAGitty](#) devrait vous permettre de reproduire les régressions que nous avons utilisées. Cela dit, ce qui est présenté ici est légèrement simplifié pour des raisons de lisibilité. De plus, bien que les modèles soient très similaires pour chaque capacité, les effets diffèrent. Par exemple, comme vous le verrez ci-dessous, l'adoption de l'IA nuit généralement aux performances de livraison de logiciels, alors que l'effet inverse est observé pour des aspects tels que la documentation interne et l'approche axée sur l'utilisateur. Consultez chaque chapitre pour en savoir plus.

La clé



1. Le livre "Regression and Other Stories" d'Andrew Gelman et al. fournit des conseils importants aux pages 495 et 496 qui semblent enrichissants : B.6 Tester de nombreux modèles et B.9 Utiliser l'inférence causale de manière ciblée, et non comme un sous-produit d'une grande régression.
2. Le chapitre 6 de l'ouvrage "Statistical Rethinking" propose une discussion approfondie sur ce sujet, en particulier sur le biais de collision.
3. Consultez la discussion sur la manière dont ces modèles sont liés aux graphes orientés acycliques dans le chapitre sur la méthodologie.
4. Nous abordons brièvement la causalité dans le chapitre sur les méthodes.

Lectures conseillées

Rejoignez la communauté DORA pour discuter, apprendre et collaborer sur l'amélioration des performances de livraison de logiciels et opérationnelles. <https://dora.community>

Passez l'évaluation rapide de DORA. <https://dora.dev/quickcheck>

Découvrez les capacités qui favorisent un climat propice à l'apprentissage, un flow rapide et un retour d'information efficace. <https://dora.dev/capabilities>

Favorisez la confiance des développeurs envers l'intelligence artificielle générative. <https://dora.dev/research/2024/trust-in-ai/>

Consultez le livre : *Accelerate: The science behind devops: Building and scaling high performing technology organizations*. IT Revolution. <https://itrevolution.com/product/accelerate>

Consultez le livre : *Team Topologies: Organizing Business and Technology Teams for Fast Flow*. IT Revolution Press. <https://teamtopologies.com/>

Publications du programme de recherche de DORA, y compris les rapports DORA précédents. <https://dora.dev/publications>

Questions fréquentes sur les recherches menées et les rapports. <http://dora.dev/faq>

Errata : Consultez et soumettez modifications, corrections et clarifications pour ce rapport sur la page <https://dora.dev/publications/errata>

Vérifiez si vous disposez de la dernière version du rapport DORA 2024 : <https://dora.dev/vc/?v=2024.3>

Le "Rapport Accelerate sur l'état du DevOps en 2024" de Google LLC est publié sous licence [CC BY-NC-SA 4.0](#).

