

11^{ème} Congrès HR Sections Romandes

Économie, progrès et durabilité : Opportunités et défis

*L'emploi à l'ère des robots et
de l'intelligence artificielle*

Noah Bohren et Rafael Lalive

Lundi 9 septembre 2024 - Université de Lausanne

Motivation

Transformation technologique
chatGPT, intelligence artificielle, etc.



Importance du travail dans notre
société



Revenu, identité, etc

Comment rivaliser avec les robots?



Robotique et Intelligence Artificielle

- Robot: accomplit des tâches physiques de manière automatique
- IA : machines capables de simuler l'intelligence humaine
- 4^e Révolution Industrielle
 - *Va aussi affecter des emplois hautement qualifiés*
 - *Accélération technologique*
 - *Adaptation tout au long de la carrière*

Transformation technologique

*Creative and Strategic Capacities of
Generative AI: Evidence from Large-
Scale Experiments (Bohren, Hakimov
et Lalive)*



Simulated exams	GPT-4 estimated percentile	GPT-4 (no vision) estimated percentile	GPT-3.5 estimated percentile
Uniform Bar Exam (MBE+MEE+MPT) ¹	298/400 ~90th	298/400 ~90th	213/400 ~10th
LSAT	163 ~88th	161 ~83rd	149 ~40th
SAT Evidence-Based Reading & Writing	710/800 ~93rd	710/800 ~93rd	670/800 ~87th
SAT Math	700/800 ~89th	690/800 ~89th	590/800 ~70th
Graduate Record Examination (GRE) Quantitative	163/170 ~80th	157/170 ~62nd	147/170 ~25th
Graduate Record Examination (GRE) Verbal	169/170 ~99th	165/170 ~96th	154/170 ~63rd
Graduate Record Examination (GRE) Writing	4/6 ~54th	4/6 ~54th	4/6 ~54th
USABO Semifinal Exam 2020	87/150 99th–100th	87/150 99th–100th	43/150 31st–33rd
USNCO Local Section Exam 2022	36/60	38/60	24/60
Medical Knowledge Self- Assessment Program	75%	75%	53%
Codeforces Rating	392 below 5th	392 below 5th	260 below 5th

Questions de recherche

- 1) Les IA génératives (ChatGPT4, Bard), sont-elles capable de produire du contenu créatif?
 - 2) Les Humains sont-ils plus créatifs lorsqu'ils sont aidés par l'IA
 - 3) Les Humains peuvent-ils distinguer les textes humains et les textes produits par des machines?
 - 4) L'IA générative peut-elle être stratégique?
- 
- A large yellow triangle is positioned in the bottom right corner of the slide, pointing towards the top right.

Contexte expérimental (Créateurs)

1250 Humains, 200 ChatGPT & 200 Bard:

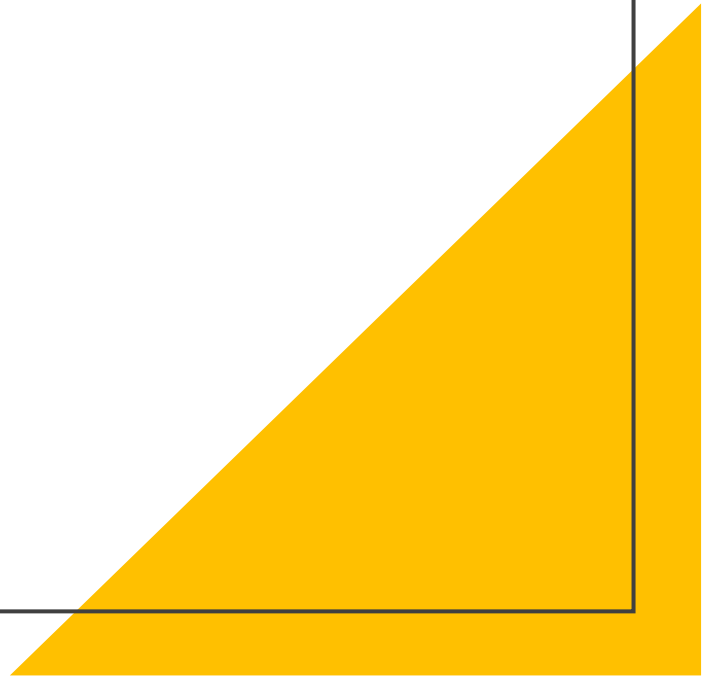
- *If you had the talent to invent things just by thinking of them, what would you create?*
- *Imagine and describe a town, city, or society in the future.*

3 conditions d'écriture:

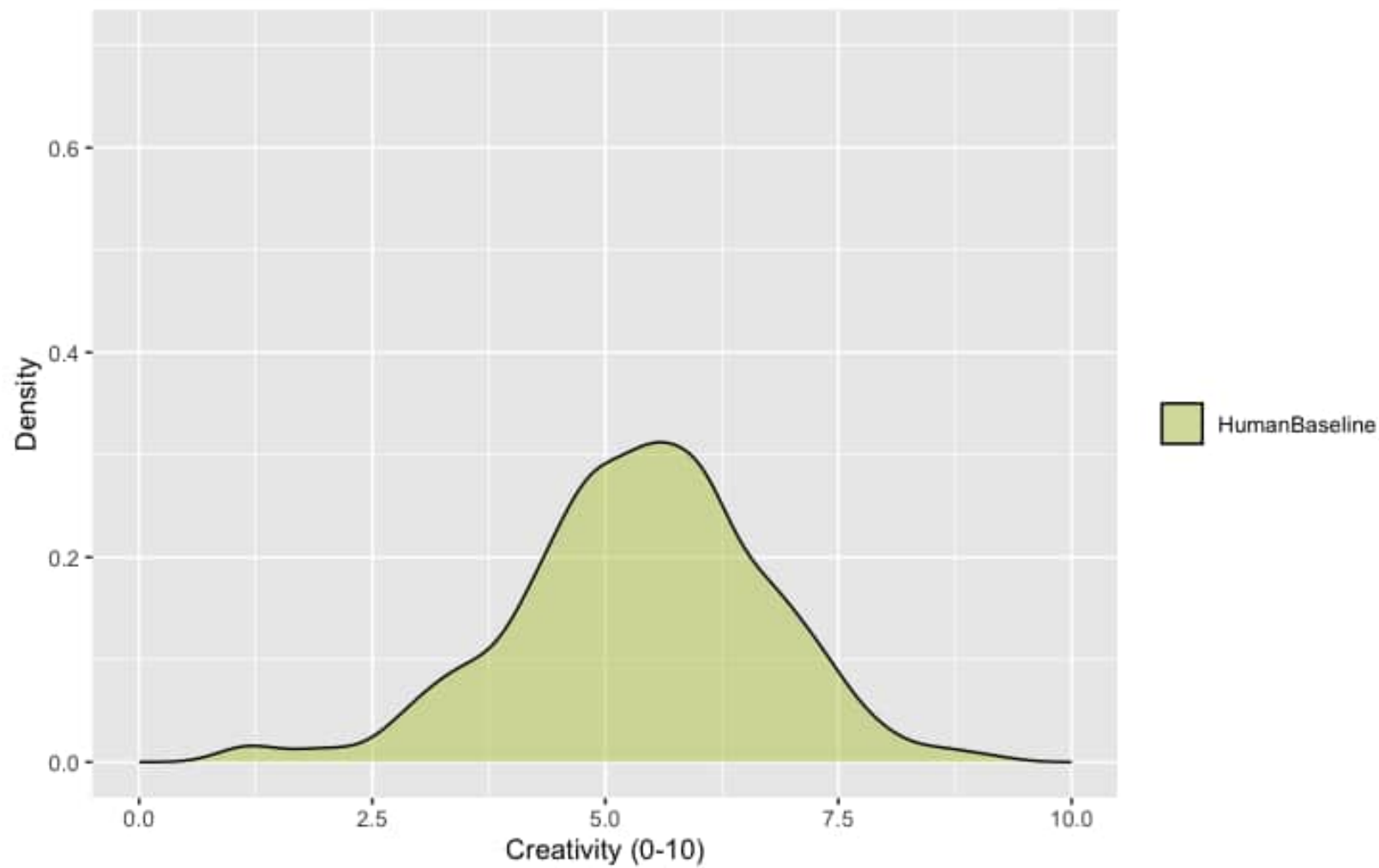
1. Groupe **HumanBaseline** (les 10% humains les plus créatifs reçoivent un bonus)
2. Groupe **HumanAgainstAI** (les 10% humains et AI les plus créatifs reçoivent un bonus)
3. Groupe **HumainPlusAI** (Les humains avaient accès à L'IA, les 10% humains les plus créatifs reçoivent un bonus)

Contexte expérimental (Juges)

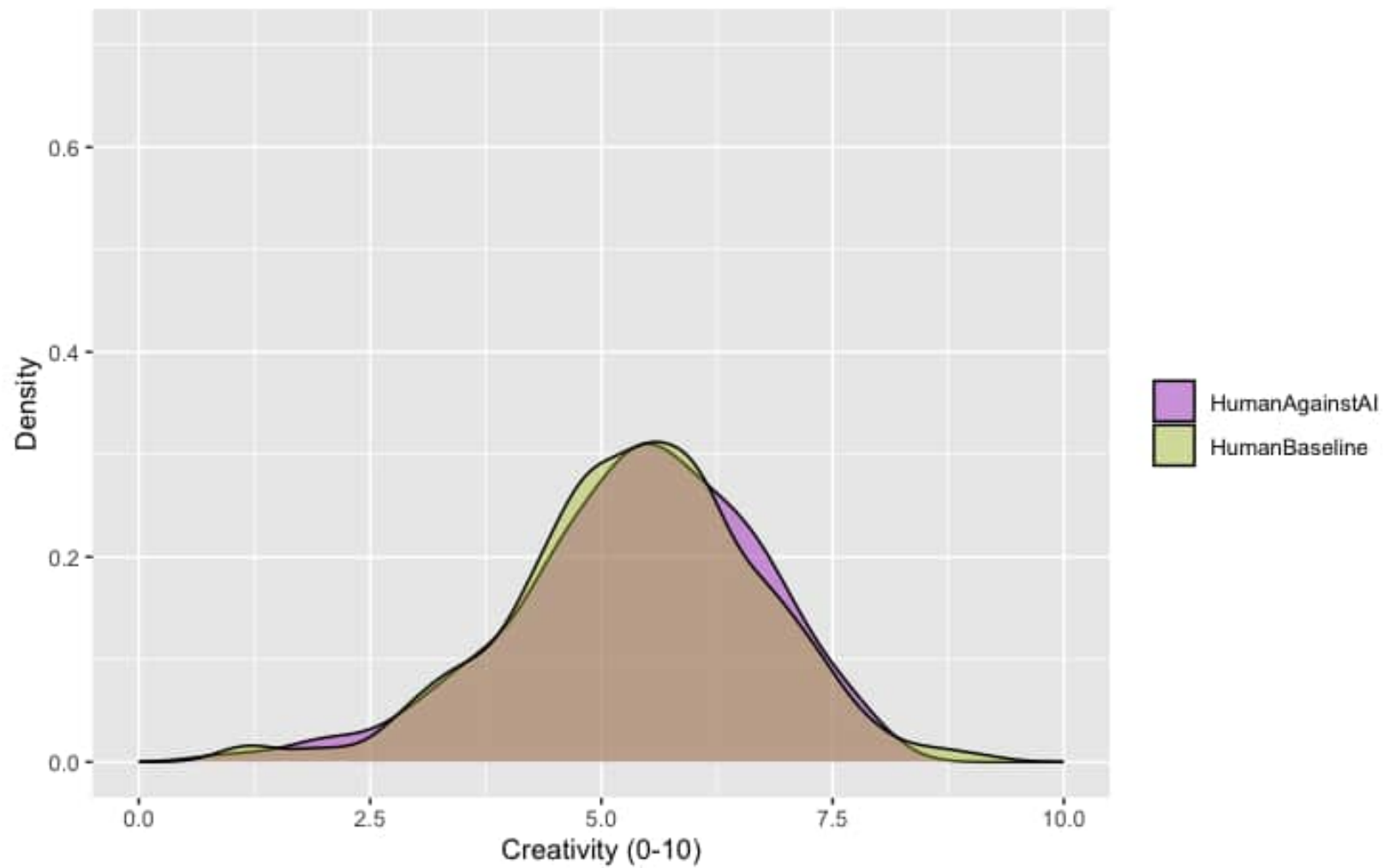
- 3300 juges évaluent les textes (0-10) selon 4 critères
 - *Créativité (général) / originalité / surprise / utilité*
- Ils doivent déterminer la source du texte (IA ou Humain)



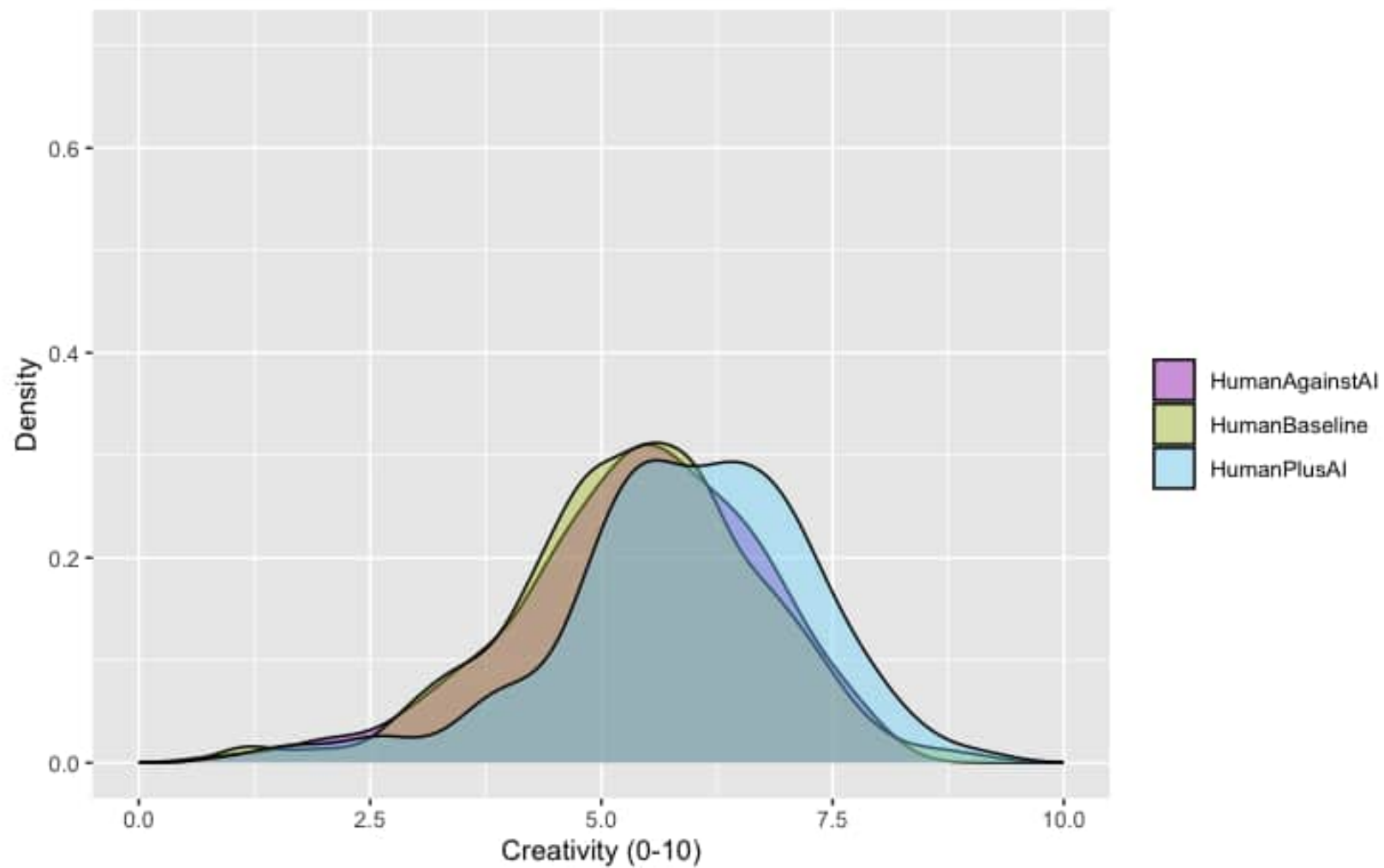
Résultats



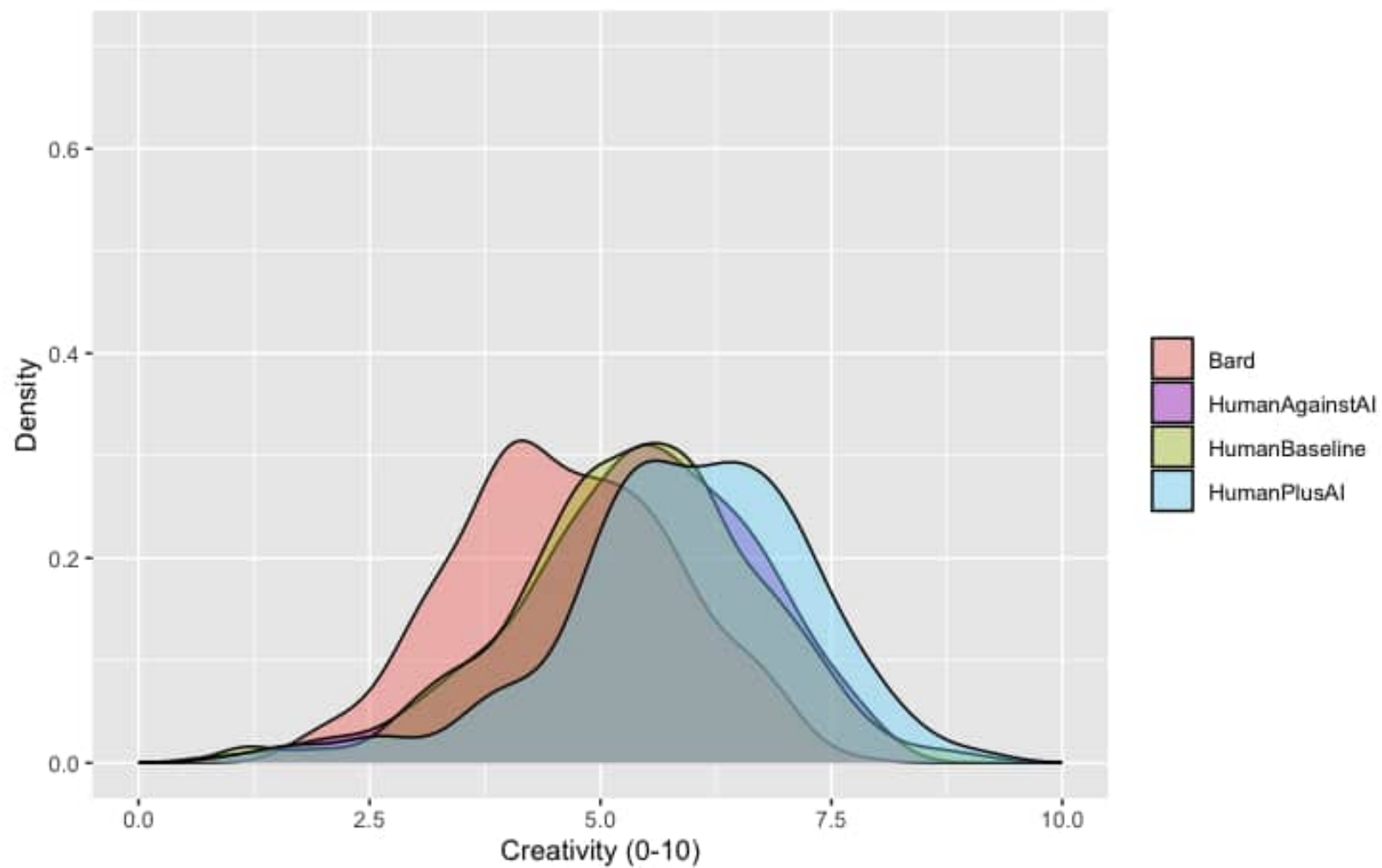
Résultats



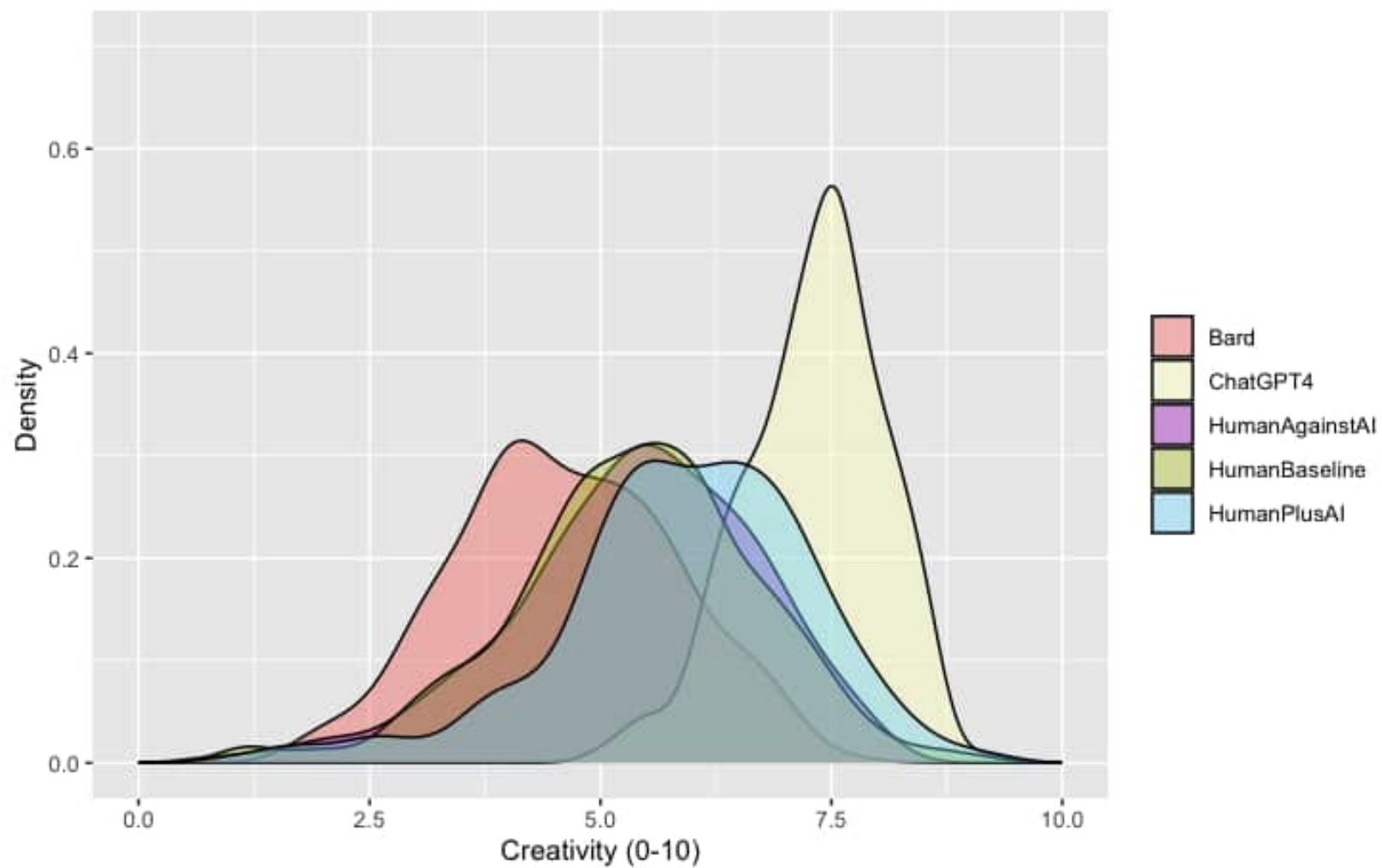
Résultats



Résultats



Résultats



Résultats (les plus créatifs)

- Qui sont les plus créatifs?

Source	Top 10%	Top 5%	Top 1%
Bard	1 (0.4%)	0 (0%)	0 (0%)
ChatGPT4	96 (42%)	50 (22%)	8 (3.6%)
HumanBaseline	30 (4.4%)	16 (2.3%)	6 (0.9%)
HumanAgainstAI	11 (4.3%)	2 (0.8%)	0 (0%)
HumanPlusAI	31 (10%)	17 (5.5%)	3 (0.9%)

Nombre et pourcentage de texte dans le top 10, 5, et 1% les plus créatifs pour chaque source

Capacité des juges à distinguer la source des contenus (IA ou Humain)

Source	Guess Human	Guess AI
<i>Chatbots</i>		
Bard	63.00%	37.00%
ChatGPT-4	39.30%	60.70%
<i>Humains</i>		
HumanBaseline	62.90%	37.10%
HumanAgainstAI	63.20%	36.80%
<i>HumanPlusAI</i>	40.60%	59.40%

Résultats Principaux

- ChatGPT-4 est plus créatif que les humains (population générale) dans notre test
- La catégorie HumanPlusAI est moins créative que chatGPT seule
 - Entrainement des humains nécessaire! (*e.g. prompt engineering*)
 - Les femmes sont plus créatives que les hommes dans cette catégorie
- Les Humains ne distinguent pas la source avec précision
 - Les Humains discriminent négativement les texts qui sont jugés venant des IA

L'emploi à l'ère des robots

L'Étude

- Objectif : Indice de risque d'automatisation des métiers
- **Indice de risque d'automatisation (ARI):** basé sur les capacités humaines (physiques et intellectuelles) nécessaires à un métier qui peuvent être remplacées par un robot
- **Indice de résilience:** Réduction de risque d'automatisation pour l'effort de *reconversion* d'un métier vers un autre

L'équipe



**Dario
Floreano**



**Isabelle
Chappuis**



**Rafael
Lalive**



**Nicola
Nosengo**



Antonio Paolillo



**Fabrizio
Colella**



**Inés
Guardans Gonzalez**



Fabrizio Schiano



William Stewart



Davide Zambrano



Falone Moseka

Référentiel de compétences

- Liste des facultés et compétences requises pour exercer un métier
- Exemple: Directeur d'entreprise (CEO)
 - Élément: compétence
 - hLevel: niveau exigé (entre 0 et 1)
- Pour presque 1'000 métiers

Élément	hLevel
Oral Comprehension	.8133333
Written Comprehension	.77
Oral Expression	.8333333
Written Expression	.77
Fluency of Ideas	.77
Originality	.7083333
Problem Sensitivity	.8333333
Deductive Reasoning	.8333333
Inductive Reasoning	.8333333
Information Ordering	.6666667
Category Flexibility	.6866667
Mathematical Reasoning	.6466666
Number Facility	.824
Memorization	.52
Speed of Closure	.676

Compétences des Robots et de l'IA



- Multi-Annual Roadmap (MAR): liste des facultés et compétences de l'IA

- Chaque capacité est évaluée selon son développement technologique
 - 1 (=expérimental) à
 - ...
 - 9 (=complètement réalisable).

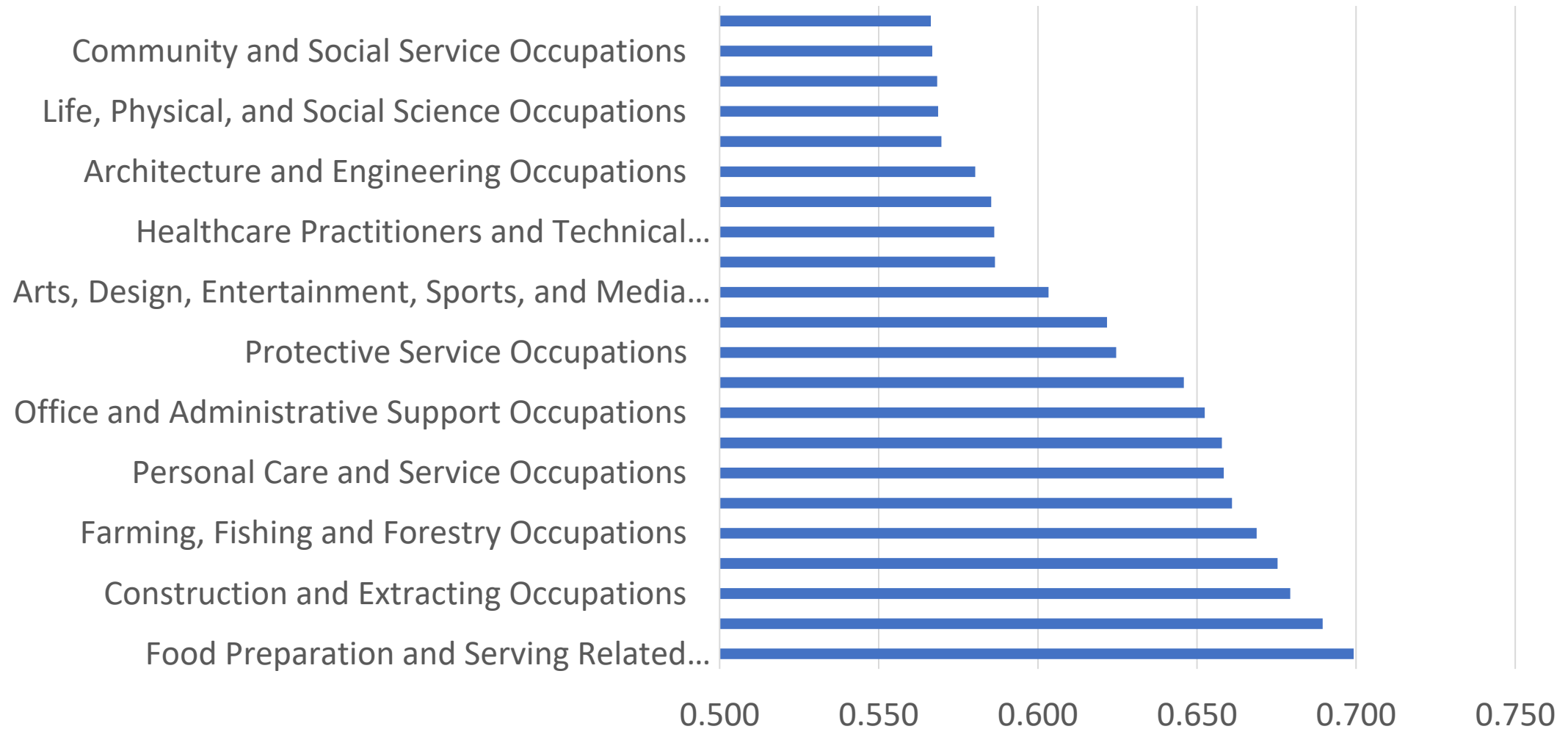
Niveau	Définition
1	Principes basiques observés et reportés.
2	Concept technologique formulé.
3	Preuve de concept ou fonction analytique et expérimental.
4	Essai valide en laboratoire.
5	Essai valide en environnement approprié.
6	Démonstration d'un modèle ou prototype dans un environnement approprié.
7	Démonstration prototype dans un environnement opérationnel.
8	Système réel complété et qualifié par des essais et des démonstrations.
9	Système réel complètement opérationnel.

Résultat

- Directeur de l'entreprise
 - hLevel: niveau requis pour humain
 - TRL_norm: niveau robot
- Automatisable?
 - oui
 - non
 - peut-être

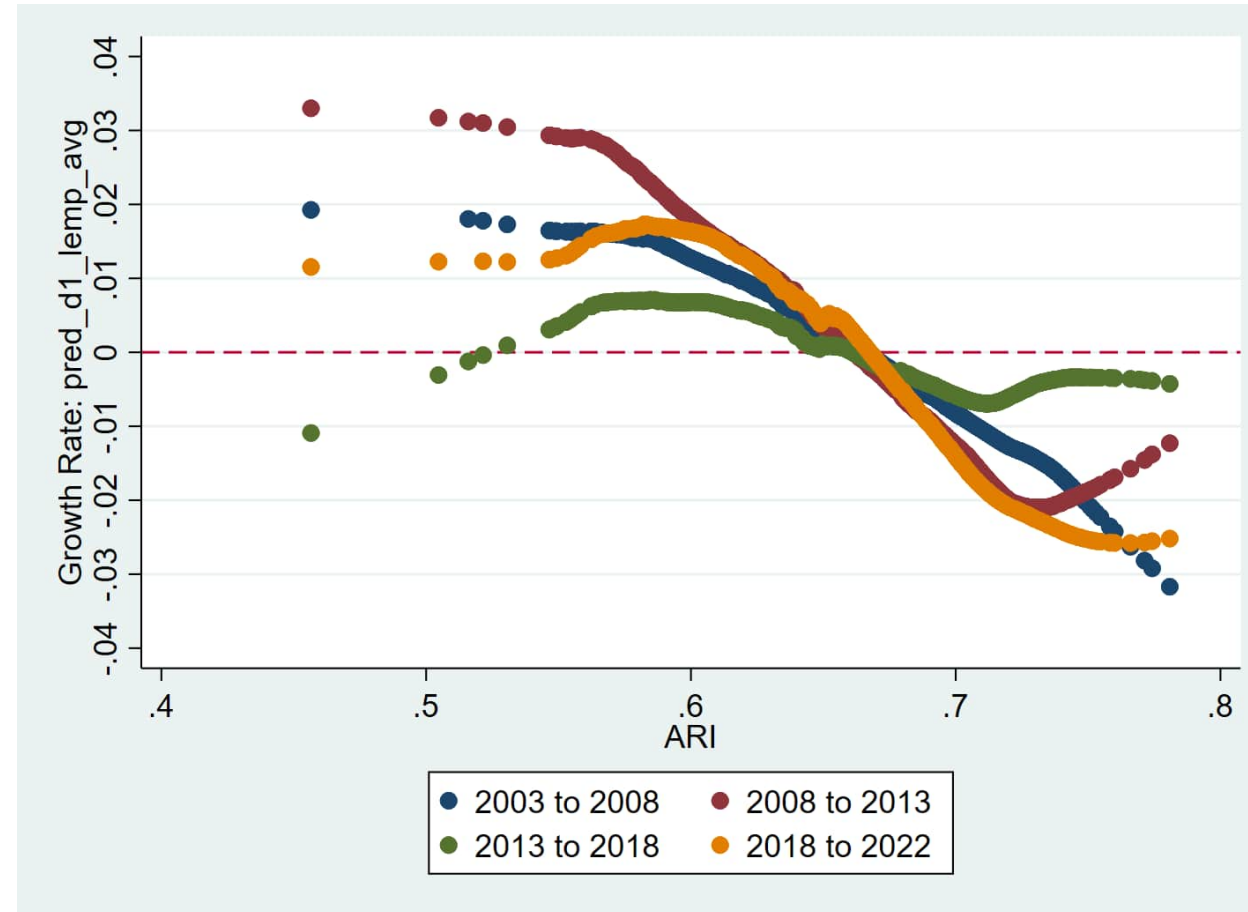
Element	hLevel	TRL_norm
Oral Comprehension	.8133333	1
Written Comprehension	.77	.5
Oral Expression	.8333333	1
Written Expression	.77	.5
Fluency of Ideas	.77	.5
Originality	.7083333	.5
Problem Sensitivity	.8333333	1
Deductive Reasoning	.8333333	1
Inductive Reasoning	.8333333	.775
Information Ordering	.6666667	.5
Category Flexibility	.6866667	.6625
Mathematical Reasoning	.6466666	1
Number Facility	.824	1
Memorization	.52	.5
Speed of Closure	.676	.6625

Indice de risque d'automatisation: Résultats par groupe de métier



Indice de risque d'automatisation: Lien avec l'emploi aux Etats Unis

- Le nombre de personnes engagés dans un métier
 - Augmente si $ARI < 0.65$
 - Diminue si $ARI > 0.65$
- L'effet de l'automatisation est plus fort pendant des récessions



Situation en Suisse

Métiers suisses à haut risque d'automatisation

Nom du métier	Employés (sur 100'000)	Risque d'Automatisation	Evolution pour l'an prochain (en %)	Evolution 20 ans
Homme/Femme de ménage	723	0.751	-1.8	509
Préparateur(-rice) en Fast Food	69	0.736	-1.7	49
Caissier(-ère)	283	0.730	-1.6	204
Peintre	398	0.710	-1.6	289
Jardinier(-ère)	125	0.707	-1.7	89

Métiers suisses à faible risque d'automatisation

Nom du métier	Employés (sur 100'000)	Risque d'Automatisation	Evolution pour l'an prochain (en %)	Evolution 20 ans
Directeur(-trice), Manager	1999	0.525	+1.9	2918
Juge	37	0.540	+1.4	49
Physicien, Astronaute	120	0.548	+2.3	190
Travailleur(-se) social	450	0.549	+1.0	546
Professionnel religieux	155	0.549	+1.4	205

ChatGPT

ChatGPT et le monde du travail

- **ChatGPT:** Agent conversationnel capable de dialoguer dans un langage naturel proche de l'humain grâce à l'intelligence artificielle.

➔ Liste de compétences réévaluées à la hausse:

- Compréhension écrite (8)
- Programmation (8)
- Mémorisation (7)
- Expression écrite (6)
- Management des ressources humaines (4)
- Ordonner des informations (4)
- Instruction (4)
- Analyse d'opérations (4)
- ...

ChatGPT et le monde du travail

(-) Métiers dont le risque d'automatisation a le plus augmenté

Nom du métier	Risque d'automatisation	Risque d'automatisation avec ChatGPT
Employés(-e) en comptabilité	0.602	0.740
Professeur(-e) en arts divers	0.570	0.691
Annonceur(-se) à la radio, à la télévision et autres	0.618	0.735
Agent(-e) de sécurité	0.634	0.745
Professeur(-e) d'université	0.551	0.659

ChatGPT et le monde du travail

(+) Métiers dont le future Jobs Index a le plus augmenté

Nom du métier	Indice Job Futur (sans ChatGPT)	Indice Job Futur (avec Chat GPT)
Manager, Directeur(-rice)	0.919	2.267
Professionnels des soins infirmiers	0.437	1.000
Professeur(-e) d'école primaire	0.405	0.808
Architecte du bâtiment	0.312	0.760
Professionnels en marketing	0.280	0.604
Psychologues	0.188	0.469

Reconversions professionnelles

Reconversions professionnelles

- Objectif
 - Diminuer le risque d'automatisation (ARI) tout en maîtrisant l'effort de reconversion
- Notre suggestion
 - Reconvertir dans le métier qui offre la réduction la plus forte en ARI par unité d'effort de reconversion

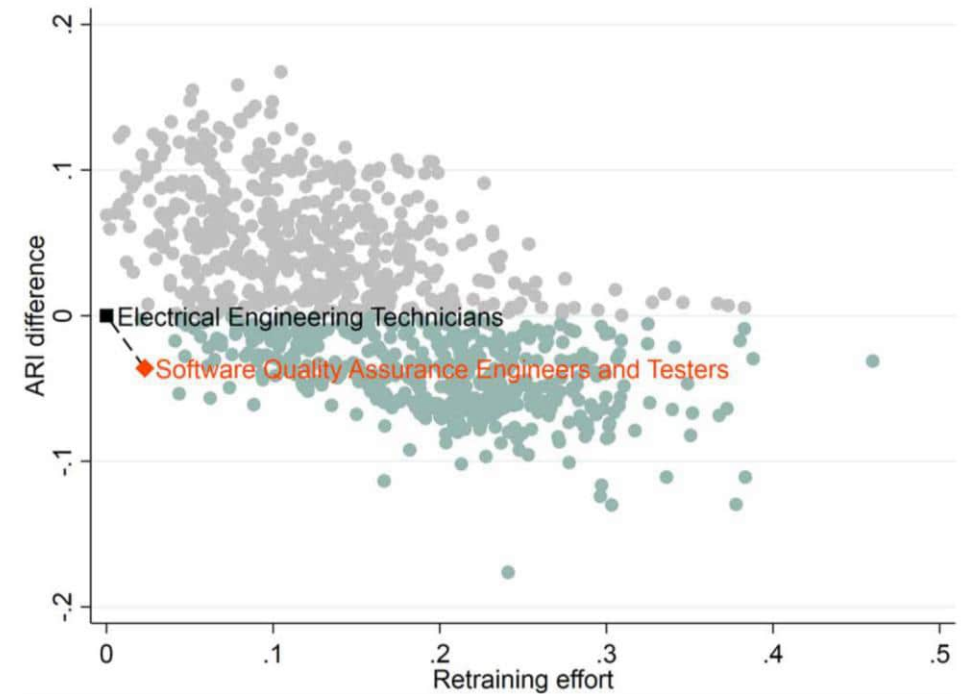


Fig. 3. Mapping career moves. Automation risk difference versus retraining effort for electrical engineering technicians, represented as a black square at the origin. The green dots represent all the occupations having lower automation risk with respect to the origin job, whereas the gray dots are the ones with higher automation risk. The career move suggesting the job with the best RI is the green dot (software quality assurance engineering and testers) connected to the origin through the steepest line and is here identified by the red diamond.

Robots, jobs, and resilience

Check the automation risk of your job, learn how to reuse your abilities

CHECK & LEARN

Brought to you by

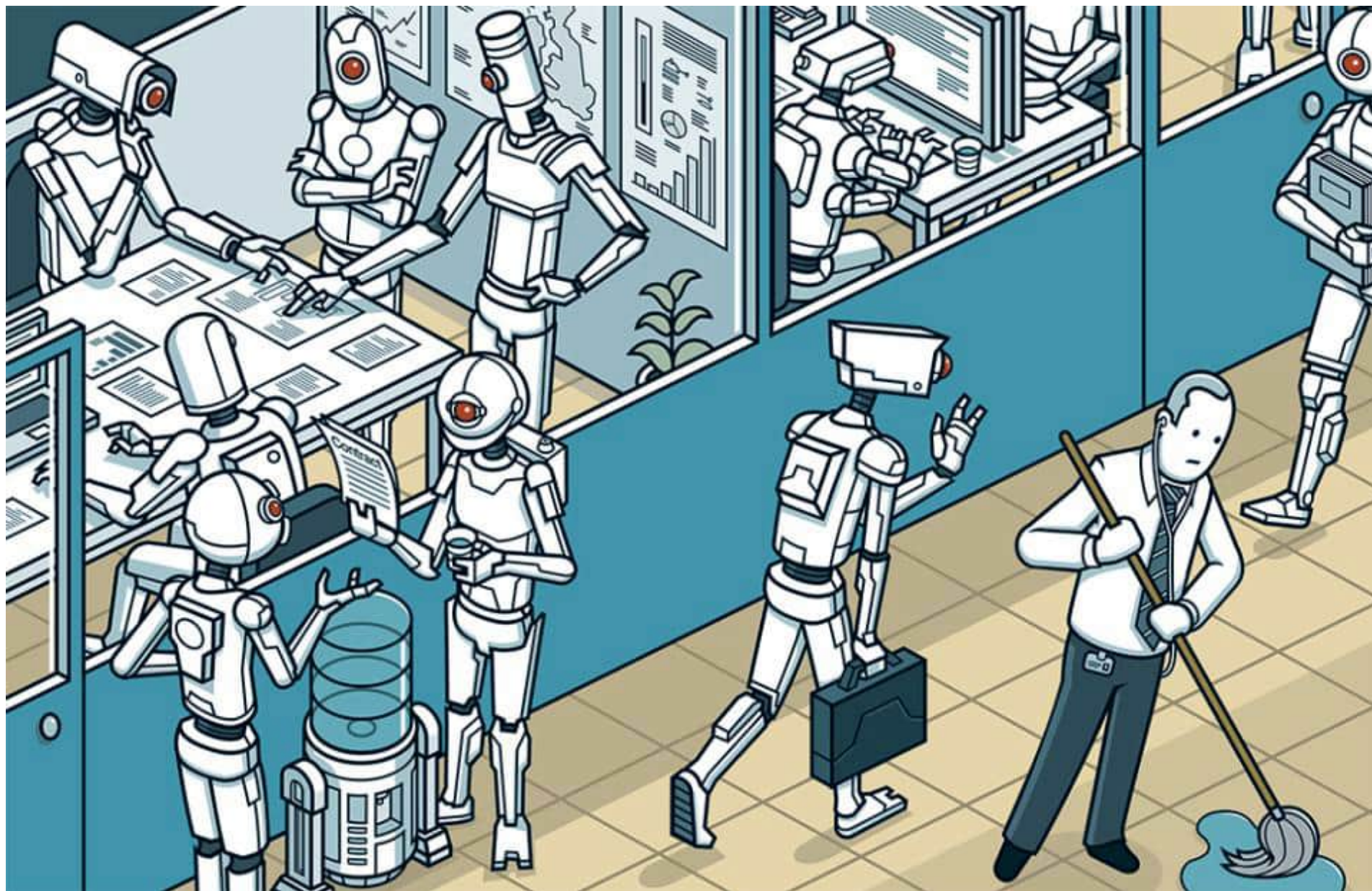


Funded by



Conclusion

- L'IA peut surpasser l'humain en créativité
- Beaucoup de métiers subissent une forte pression d'automatisation
 - Nécessite de repenser les métiers
 - Se focaliser sur les compétences humaines non automatisables
 - S'orienter vers des métiers moins à risque



*Merci pour
votre attention !*

Référence

- ***How to compete with robots by assessing job automation risks and resilient alternatives***, Antonio Paolillo, Fabrizio Colella, Nicola Nosengo, Fabrizio Schiano, William Stewart, Davide Zambrano, Isabelle Chappuis, Rafael Lalive, Dario Floreano, SCIENCE ROBOTICS (2022)
- Creative and Strategic Capacities of Generative AI: Evidence from Large-Scale Experiments, Noah Bohren Rustamdjan Hakimov Rafael Lalive, 2024

Appariement entre Référentiel et MAR

Human ability	Matched robotic abilities	Match ed TRL	Human ability	Matched robotic abilities	Match ed TRL
Active learning	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Operation and control	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Active listening	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Operation monitoring	Direct single and multi-parameter sensing + Recognition of the need for task adaptation	9
Arm-hand steadiness	Position constrained parameterised motion	9	Operations analysis	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Auditory attention	Object detection	7	Oral comprehension	Social interaction	9
Category flexibility	Context-based recognition + Pre-defined reasoning	6	Oral expression	Social interaction	9
Complex problem solving	Task reasoning	4	Originality	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Control precision	Position constrained parameterised motion	9	Perceptual speed	Context-based recognition	6
Coordination	Direct physical interaction + Intuitive interaction	4	Peripheral vision	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Critical thinking	Task reasoning	4	Persuasion	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Deductive reasoning	Pre-defined reasoning	9	Problem sensitivity	Recognition of the need for parameter adaptation	9
Depth perception	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Programming	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Dynamic flexibility	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Quality control analysis	Dynamic autonomy + Recognition of the need for task adaptation	4
Dynamic strength	<i>None (Intrinsic)</i>	9	Rate control	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Equipment maintenance	Recognition of the need for parameter adaptation	9	Reaction time	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Equipment selection	Adaptation of individual components	8	Reading comprehension	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Explosive strength	<i>None (Intrinsic)</i>	9	Repairing	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Extent flexibility	Position constrained parameterised motion	9	Response orientation	Dynamic autonomy + Pre-defined closed loop motion	4

Far vision	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Science	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Finger dexterity	Complex object grasping	8	Selective attention	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Flexibility of closure	Context-based recognition + Parameterised motion	6	Service orientation	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Fluency of ideas	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Social perceptiveness	Intuitive interaction + Social interaction	4
Glare sensitivity	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Sound localization	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Gross body coordination	Position constrained parameterised motion	9	Spatial orientation	Feature based location	7
Gross body equilibrium	Position constrained parameterised motion	9	Speaking	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Hearing sensitivity	Direct single and multi-parameter sensing + Object detection	7	Speech clarity	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Inductive reasoning	Observation learning	7	Speech recognition	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Information ordering	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Speed of closure	Context-based recognition	6
Installation	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Speed of limb movement	Parameterised motion	9
Instructing	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Stamina	<i>None (Intrinsic)</i>	9
Judgment and decision making	Dynamic autonomy + Task reasoning	4	Static strength	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Learning strategies	Interaction acquisition	4	Systems analysis	Basic environment envisioning	3
Management of financial resources	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Systems evaluation	Multiple parameter adaptation	9
Management of material resources	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Technology design	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Management of personnel resources	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Time management	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Manual dexterity	Unknown object handling	5	Time sharing	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Mathematical reasoning	<i>None (Intrinsic)</i>	9	Troubleshooting	Dynamic autonomy + Individual parameter adaptation	4
Mathematics	<i>None (Intrinsic)</i>	9	Trunk strength	<i>None (Intrinsic)</i>	9

Memorization	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Visual color discrimination	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Monitoring	Dynamic autonomy	4	Visualization	Flexible object interaction	3
Multi-limb coordination	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Wrist-finger speed	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Near vision	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Writing	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Negotiation	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Written comprehension	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Night vision	<i>None (Unmatched)</i>	0/9	Written expression	<i>None (Unmatched)</i>	0/9
Number facility	<i>None (Intrinsic)</i>	9			

Table S2: List of the 87 human abilities, the corresponding matched robotic abilities and matched TRL. We match a total of 36 human abilities, and in the case of a match with a combination of two robotic abilities, we consider the lower TRL. When a match was not possible, we assigned a matched TRL of 0 and 9 for the low-automation and high-automation scenario, respectively. A TRL of 0 means robots can not match humans, whereas 9 means robots outperform humans.