

CH 5 - De la machine de Turing à l'intelligence artificielle

Programme officiel :

Thème 3 : Une histoire du vivant

Introduction et enjeux

La Terre est habitée par une grande diversité d'êtres vivants, dont l'espèce humaine. Cette biodiversité est dynamique et issue d'une longue histoire : l'évolution des espèces. Les activités humaines se sont développées et ont des effets directs et indirects sur les écosystèmes. Une approche systémique met en lumière les relations entre la santé humaine, la santé animale et les écosystèmes.

Les mathématiques proposent des modèles pour mieux appréhender la dynamique des systèmes vivants. L'être humain a construit des machines pour traiter l'information et a créé des langages pour les commander. Avec les méthodes de l'intelligence artificielle, il continue d'étendre les capacités de traitement de données et les domaines d'application de l'informatique.

Les thématiques abordées sont éventuellement l'occasion pour les professeurs de remobiliser des contenus mathématiques abordés dans le cadre du programme de mathématiques intégré à l'enseignement scientifique en classe de première générale, en particulier concernant les phénomènes aléatoires et les phénomènes d'évolution.

Objectifs

Une partie de la biodiversité actuelle est encore méconnue. Diverses approches cherchent à l'estimer et à en comprendre l'évolution. Ce thème est l'occasion d'approfondir les processus permettant l'apparition de nouveautés au sein de populations. Ces dernières sont soumises à des pressions de sélection qui vont modifier la fréquence de représentation de ces nouveautés et donc participer à l'évolution des espèces. L'être humain peut être à l'origine de façon directe ou indirecte de telles pressions. L'espèce humaine, comme les autres êtres vivants, est issue d'une histoire évolutive complexe que la paléanthropologie cherche à retracer. Les archives paléontologiques sont rares, mais des techniques de biologie moléculaire les complètent.

La démarche de modélisation mathématique comporte plusieurs étapes : identification du type de modèle le mieux adapté pour traduire la réalité, détermination des paramètres du modèle, confrontation des résultats du modèle à des observations, qui peut conduire à limiter son domaine de validité ou à le modifier.

Les mathématiques et l'informatique contribuent à l'élaboration de modèles démographiques et au développement de l'intelligence artificielle dont les nombreuses potentialités et les limites, notamment éthiques, sont à discuter.

3.5 — De la machine de Turing à l'intelligence artificielle

L'être humain n'a cessé d'accroître sa capacité d'action sur le monde, utilisant son intelligence pour construire des outils et des machines. Dans le contexte du traitement automatique de l'information (informatique), il a élaboré un mode de pensée algorithmique susceptible d'être codé dans des langages permettant de commander des machines.

Plus largement, le terme « intelligence artificielle » (IA) se définit comme un champ interdisciplinaire théorique et pratique qui a pour objet la compréhension de mécanismes de la cognition et de la réflexion, et leur imitation par un dispositif matériel et logiciel, à des fins d'assistance ou de substitution à des activités humaines : reconnaître et localiser des objets dans une image, conduire une voiture, traduire un texte, dialoguer, etc. Un champ de l'intelligence artificielle ayant récemment permis des applications spectaculaires est celui de l'apprentissage automatique.

Savoirs	Savoir-faire
<p>Jusqu'au début du XXe siècle, les machines traitant l'information étaient limitées à une ou à quelques tâches prédéterminées (tisser grâce à un ruban ou des cartes perforées, trier un jeu de cartes perforées, séparer des cartes selon un critère, sommer des valeurs indiquées sur ces cartes, etc.). Turing a été le premier à proposer le concept de machine universelle qui a été matérialisé dix ans plus tard avec les premiers ordinateurs. Ceux-ci sont constitués au minimum d'un processeur et d'une mémoire vive.</p> <p>Un ordinateur peut manipuler des données de natures diverses une fois qu'elles ont été numérisées : textes, images, sons. Les programmes sont également des données : ils peuvent être stockés, transportés et traités par des ordinateurs. En particulier, un programme écrit dans un langage de programmation de haut niveau (Python, Scratch, etc.) peut être traduit en instructions spécifiques à chaque type de processeur.</p> <p>Un programme peut comporter jusqu'à plusieurs centaines de millions de lignes de code, ce qui rend très probable la présence d'erreurs appelées bogues (ou bugs). Ces erreurs peuvent conduire un programme à avoir un comportement inattendu et entraîner des conséquences graves.</p>	<p>Analyser des documents historiques relatifs au traitement de l'information et à son automatisation.</p> <p>Recenser des outils numériques utilisés dans la vie courante, identifier ceux qui sont programmables, et par qui (ordinateur, thermostat d'ambiance, téléphone intelligent, boîte Internet, ordinateur de bord d'une voiture, etc.).</p> <p>Savoir distinguer les fichiers exécutables des autres fichiers sous un système d'exploitation donné.</p> <p>Connaître l'ordre de grandeur de la taille d'un fichier image, son, vidéo.</p> <p>Savoir calculer la taille en octets d'une page de texte (en ASCII et non compressé).</p> <p>Corriger un algorithme ou un programme bogue simple.</p> <p>↔ Ordres de grandeur.</p> <p>↔ Proportionnalité.</p> <p>↔ Logique.</p>

<p>L'intelligence artificielle (IA) est née en 1956. À cette époque, elle visait à simuler sur ordinateur les facultés cognitives humaines et recouvrait des approches relevant de l'informatique, des mathématiques et des sciences cognitives. L'approche symbolique (systèmes experts) initiée à la fin des années 50 n'a pas tenu ses promesses.</p> <p>Aujourd'hui, on a tendance à attribuer le terme d'IA à l'un de ses sous-domaines, celui de l'apprentissage automatique (apprentissage machine). Il s'agit d'un processus par lequel un algorithme évalue et améliore ses propres performances, non pas sous l'intervention d'un humain chargé de programmer la machine, mais en répétant son exécution sur des jeux de données de natures variées (mesures de capteurs pour des prévisions, textes pour la traduction, sons pour la reconnaissance vocale, images pour la reconnaissance visuelle, etc.).</p> <p>L'apprentissage machine exploite des méthodes mathématiques qui, à partir du repérage de tendances (par exemple, des corrélations ou des similarités) sur de très grandes quantités de données (données massives), permettent de faire des prédictions ou de prendre des décisions sur d'autres données.</p> <p>La qualité et la représentativité des données fournies sont essentielles pour la qualité des résultats. En effet, l'un des risques de l'apprentissage automatique réside dans l'amplification des biais des données. Par ailleurs, une interprétation trop rapide des données et un amalgame entre corrélation et causalité peuvent aboutir à des résultats erronés.</p>	<p>Analyser des documents relatifs à une application de l'intelligence artificielle.</p> <p>Utiliser une courbe de tendance (encore appelée courbe de régression) pour estimer une valeur inconnue à partir de données d'entraînement.</p> <p>Analyser un exemple d'utilisation de l'intelligence artificielle : identifier la source des données utilisées et les corrélations exploitées.</p> <p>Sur des exemples réels, reconnaître les possibles biais dans les données, les limites de la représentativité.</p> <p>Sur des exemples simples, montrer qu'une corrélation ne correspond pas toujours à une relation de causalité.</p> <p>Expliquer pourquoi certains usages de l'IA peuvent poser des problèmes éthiques.</p> <p>↔ Calcul algébrique.</p> <p>↔ Lectures graphiques.</p>
<p>L'inférence bayésienne est une méthode de calcul de probabilités de causes à partir des probabilités de leurs effets. Elle est utilisée en apprentissage automatique pour modéliser des relations au sein de systèmes complexes, notamment en vue de prononcer un diagnostic.</p>	<p>Dans le contexte d'un diagnostic médical fondé sur un test, produire un tableau de contingence afin de calculer des fréquences de faux positifs, faux négatifs, vrais positifs, vrais négatifs et en déduire le nombre de personnes malades suivant leur résultat au test.</p> <p>Utiliser cette démarche dans d'autres contextes de classification (reconnaissance d'images, détection de messages non sollicités envoyés en masse, etc.).</p> <p>↔ Probabilités conditionnelles.</p> <p>↔ Formule de Bayes.</p>

Pistes de mise en œuvre du programme

Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration

Histoire des sciences : de la machine de Turing aux dialogueurs.

Exemples d'apprentissage automatique : réseaux de neurones simples et principe de l'apprentissage par retour d'erreur, algorithme des k plus proches voisins et modification des prédictions selon les données initiales et le paramètre k.

Sciences, société et environnement

Apports de l'intelligence artificielle : santé (imagerie médicale, diagnostic), commerce électronique et marketing (recommandation de produits), finance (prévisions boursières), activités sociales (réseaux sociaux), traduction automatique, communications, transports (voitures intelligentes), sécurité, création de contenus par des modèles génératifs (ChatGPT), etc.

Points de vigilance : protection des données personnelles, propriété intellectuelle, responsabilité juridique, risques liés à l'IA générative dans le cadre des interactions entre l'être humain et la machine (interaction Homme-Machine), etc.

Le devenir de l'intelligence artificielle, entre les sciences et la fiction.

CH 5 - De la machine de Turing à l'intelligence artificielle

1. Le traitement de l'information

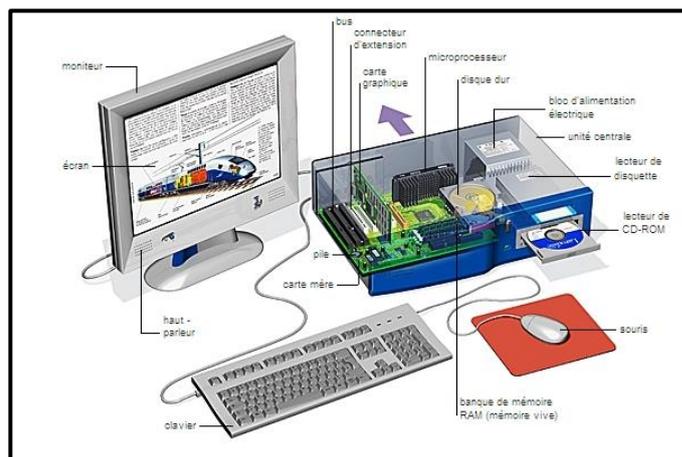
1.1. L'histoire des ordinateurs

Jusqu'au début du XXe siècle, les machines traitant l'information étaient limitées à une ou à quelques tâches prédéterminées (tisser grâce à un ruban ou des cartes perforées, trier un jeu de cartes perforées, séparer des cartes selon un critère, sommer des valeurs indiquées sur ces cartes, etc.).

Turing a été le premier à proposer le concept de machine universelle qui a été matérialisé dix ans plus tard avec les premiers ordinateurs. Ceux-ci sont constitués au minimum d'un processeur et d'une mémoire vive.

Aujourd'hui, les outils numériques que l'on pourrait nommer « ordinateur » sont partout dans la vie courante : ordinateur de bord d'une voiture, smartphone, box internet, objet connecté, ...

Voir activité 1 p 234 : « L'informatique, des débuts de l'écriture à nos jours ».



1.2. Les fichiers

Un ordinateur peut manipuler des données de natures diverses et pour assurer la persistance des données, ces dernières sont stockées dans des fichiers.

Les fichiers ont un nom et une extension qui sont séparés par un point (exemple : image.jpg). Les fichiers exécutables contiennent des programmes qui peuvent être exécutés directement par l'ordinateur (leur extension peut être .exe). D'autres fichiers ont besoin d'un exécutable spécifique pour être ouvert (exemple d'un fichier texte « .doc » qui pourra s'ouvrir avec « winword.exe »).

Les formats les plus courants sont :

- pour des sons : MP3, WAV, ...
- pour des textes : TXT, DOCX, ODT, ...
- pour des tableurs : XLS, ODS, ...
- pour des vidéos : AVI, MPEG, ...
- pour des images : BMP, JPG, ...

1.3. Le stockage

Le stockage des données se fait dans des cases mémoire qui ne peuvent contenir que 2 valeurs (0 ou 1), c'est le codage binaire. Une case mémoire s'appelle un « bit » (de l'anglais **binary digit**). On regroupe alors les bits en paquets de **8** pour obtenir ce que l'on appelle un **octet**. Mille octets donneront un kilooctet **ko**, mille ko font un mégaoctet **Mo**, etc ...

Quelques ordres de grandeur :

Pour un **fichier texte** il faut **1 octet par caractère**. Il y a 256 caractères possibles définis dans une table. La table la plus connue et utilisée est la table ASCII (American Standard Code for Information Interchange) : code américain standard pour l'échange d'information.

ASCII control characters			ASCII printable characters			Extended ASCII characters										
00	NULL	(Null character)	32	space	64	@	96	`	128	Ç	160	á	192	Ł	224	Ó
01	SOH	(Start of Header)	33	!	65	A	97	a	129	ü	161	í	193	ł	225	ô
02	STX	(Start of Text)	34	"	66	B	98	b	130	é	162	ó	194	Ł	226	õ
03	ETX	(End of Text)	35	#	67	C	99	c	131	â	163	ú	195	ł	227	ö
04	EOT	(End of Trans.)	36	\$	68	D	100	d	132	ä	164	ü	196	Ł	228	ø
05	ENQ	(Enquiry)	37	%	69	E	101	e	133	å	165	ÿ	197	ł	229	ő
06	ACK	(Acknowledgement)	38	&	70	F	102	f	134	â	166	°	198	Ł	230	µ
07	BEL	(Bell)	39	'	71	G	103	g	135	ç	167	°	199	Ł	231	þ
08	BS	(Backspace)	40	(	72	H	104	h	136	ê	168	¿	200	ł	232	ƒ
09	HT	(Horizontal Tab)	41	)	73	I	105	i	137	ë	169	®	201	Ł	233	Ů
10	LF	(Line feed)	42	*	74	J	106	j	138	è	170	¬	202	ł	234	Ú
11	VT	(Vertical Tab)	43	+	75	K	107	k	139	ì	171	½	203	Ł	235	Û
12	FF	(Form feed)	44	,	76	L	108	l	140	í	172	¼	204	ł	236	Ý
13	CR	(Carriage return)	45	-	77	M	109	m	141	î	173	⅓	205	Ł	237	Ÿ
14	SO	(Shift Out)	46	.	78	N	110	n	142	ÿ	174	«	206	ł	238	ˆ
15	SI	(Shift In)	47	/	79	O	111	o	143	Á	175	»	207	Ł	239	˙
16	DLE	(Data link escape)	48	0	80	P	112	p	144	É	176	⋮	208	ł	240	≡
17	DC1	(Device control 1)	49	1	81	Q	113	q	145	æ	177	⋮	209	Ł	241	±
18	DC2	(Device control 2)	50	2	82	R	114	r	146	Æ	178	⋮	210	Ł	242	≡
19	DC3	(Device control 3)	51	3	83	S	115	s	147	ó	179	⋮	211	Ł	243	¼
20	DC4	(Device control 4)	52	4	84	T	116	t	148	ô	180	⋮	212	Ł	244	¶
21	NAK	(Negative acknowl.)	53	5	85	U	117	u	149	ò	181	À	213	ł	245	§
22	SYN	(Synchronous idle)	54	6	86	V	118	v	150	ú	182	Á	214	ł	246	÷
23	ETB	(End of trans. block)	55	7	87	W	119	w	151	û	183	Â	215	ł	247	°
24	CAN	(Cancel)	56	8	88	X	120	x	152	ÿ	184	Ã	216	ł	248	°
25	EM	(End of medium)	57	9	89	Y	121	y	153	Ö	185	⋮	217	ł	249	ˆ
26	SUB	(Substitute)	58	:	90	Z	122	z	154	Û	186	⋮	218	ł	250	˙
27	ESC	(Escape)	59	;	91	[	123	{	155	ø	187	⋮	219	ł	251	˙
28	FS	(File separator)	60	<	92	\	124	|	156	£	188	⋮	220	ł	252	˙
29	GS	(Group separator)	61	=	93	]	125	}	157	∅	189	¢	221	ł	253	˙
30	RS	(Record separator)	62	>	94	^	126	~	158	×	190	¥	222	ł	254	■
31	US	(Unit separator)	63	?	95	_			159	f	191	Œ	223	ł	255	■
127	DEL	(Delete)														

L'espace de stockage d'un **fichier image** dépend de sa taille, par exemple une image de 1200x800 pixels (soit environ 1 Mpx) nécessite **2,7 Mo** de stockage en fichier non compressé (.bmp par exemple) et seulement **259 ko** en fichier compressé (.jpg par exemple).

Un **fichier son** a besoin de **9 Mo par minute** s'il n'est pas compressé (.wav) et seulement **1 Mo/min** en fichier compressé (.mp3).

L'espace de stockage d'un **fichier vidéo** dépend également de la définition utilisée (taille de l'image, résolution ...) mais on peut raisonnablement avancer le nombre de **10 Mo par minute** (.mp4) à **1 Go/min** (.avi).

Voir activité 2 p 236 : « La taille d'un fichier ».

Remarque : Pour l'avenir on entend parler d'**ordinateurs quantiques** capables de traiter des quantités incroyables de données et réaliser des opérations inimaginables. A la place des bits, ils utiliseront des qubits, cases mémoires pouvant avoir simultanément plusieurs valeurs !

1.4. Les programmes et les bugs

Un programme informatique est une suite d'instructions que l'ordinateur est capable de réaliser. Les langages de programmation de haut niveau (Python, Scratch, etc.) permettent de coder plus facilement des tâches complexes et peuvent comporter jusqu'à plusieurs centaines de millions de lignes de code.

Plus un programme est long plus il est probable d'avoir des erreurs appelées bogues (ou bugs). Ces erreurs peuvent conduire un programme à avoir un comportement inattendu et entraîner des conséquences graves.

2. L'intelligence artificielle : IA

2.1. Principe

À la fin des années 50, l'intelligence artificielle (IA) visait à simuler sur ordinateur les facultés cognitives humaines et recouvrait des approches relevant de l'informatique, des mathématiques et des sciences cognitives.

Aujourd'hui, on a tendance à attribuer le terme d'IA à celui de l'apprentissage automatique. Il s'agit d'un processus par lequel un algorithme évalue et améliore ses propres performances, non pas sous l'intervention d'un humain chargé de programmer la machine, mais en répétant son exécution sur des jeux de données de natures variées (mesures de capteurs pour des prévisions, textes pour la traduction, sons pour la reconnaissance vocale, images pour la reconnaissance visuelle, etc.).

Cet apprentissage exploite des méthodes mathématiques qui, à partir du repérage de tendances (par exemple, des corrélations ou des similarités) sur de **très grandes quantités de données**, permettent de faire des prédictions ou de prendre des décisions sur d'autres données.

2.2. Les biais

L'un des risques de l'apprentissage automatique réside dans l'amplification des biais des données. En effet, si la machine s'entraîne avec des exemples trop similaires, des données trop proches ou toujours sur un même thème, elle reproduira un effet qui reste dans le thème.

Un exemple simpliste serait de dire qu'on entraîne une IA à reconnaître des ballons en ne donnant que des images de ballons de basket. Une demande d'image d'un footballeur tapant dans un ballon donnerait alors une magnifique situation du footballeur tapant dans un gros ballon orange.



https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/aujourd-hui-c-est-demain/robots-conversationnels-les-ia-generatives-deviennent-elles-racistes-au-fil-du-temps_6444754.html

2.3. Problèmes éthiques

Le développement de l'intelligence artificielle permet de nombreux progrès que ce soit en médecine ou dans notre vie quotidienne (objets connectés, objets autonomes, ...) ; mais qui dit IA, dit machine ou humanoïde qui remplacera l'homme. Les auteurs de science-fiction ont depuis longtemps exploité ce domaine en jouant sur nos craintes et nos peurs ... légitimes ?

Dès 1942, l'écrivain Asimov a inventé 3 lois pour la robotique :

- 1- Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, laisser cet être humain exposé au danger ;
- 2- Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres entrent en contradiction avec la première loi ;
- 3- Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'entre pas en contradiction avec la première ou la deuxième loi.

Une loi zéro viendra plus tard en complément :

- 0- Un robot ne peut pas porter atteinte à l'humanité, ni, par son inaction, permettre que l'humanité soit exposée au danger ;

Sans aller jusque-là, ni en passant par « Matrix » ou « i,robots », plus modestement on peut se demander quelles sont les limites à se fixer ? Par exemple, un professeur doit-il accepter qu'un élève rende le travail fait par une IA ? Doit-on accepter qu'une IA soit alimentée par l'exploitation de pauvres gens ? Des problèmes éthiques qu'il est nécessaire de débattre.

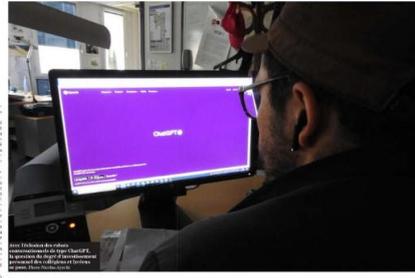


2 Moselle-Pays-Haut

L'intelligence artificielle rend-elle superficiels les devoirs à la maison ?

Il n'est pas rare de voir un élève demander à une IA de lui faire ses devoirs. Mais est-ce une aide ou une triche ?

Un élève de lycée nous explique comment il utilise ChatGPT pour résoudre ses problèmes de mathématiques. Il trouve cela très utile, mais il se demande si cela ne rendra-t-il pas superficiels ses devoirs à la maison.



« Neuf fois sur dix, lorsque je demande à mes élèves de dissocier leur sujet sur un thème bien précis, les copies sont dignes d'une promotion d'après de philo... »

Quels moyens de contrôle ? « On n'a rien ! », regrette une syndiciste.



Sur les bancs de l'université de Lorraine, les copies passent au détecteur.

https://www.francetvinfo.fr/internet/intelligence-artificielle/ils-profitent-de-notre-pauvrete-derriere-le-boom-des-intelligences-artificielles-generatives-le-travail-cache-des-petites-mains-de-l-ia_6466742.html

Républicain Lorrain – 25 mars 2024

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DES ÉLÈVES

01 Qu'est-ce que l'IA ?

L'intelligence artificielle (IA) est une technologie qui permet aux ordinateurs d'apprendre, de comprendre et de résoudre des problèmes comme le ferait un humain. Elle peut être utilisée comme un assistant scolaire personnalisé.

02 À quoi peut me servir l'IA ?

Interviewer des personnages historiques	10. Autres possibilités	1. Révision, compréhension et mémorisation	Comprendre un concept : Demander des explications et des exemples. Mémoriser : Créer des cartes mémoires (flashcards) et des quiz.
Convertir en langue étrangère avec l'IA et se faire corriger	9. Préparation à l'orientation	2. Aide aux devoirs	Comprendre les consignes : Vérifier si on a bien compris ce qu'on doit faire. Demander des conseils : Sur les étapes à suivre et les stratégies à adopter pour résoudre un problème.
Découvrir des métiers : Explorer des métiers et des formations	8. Soutien à la création	3. Amélioration de la rédaction	Reformuler : Obtenir de l'aide pour construire des phrases claires et enrichir son vocabulaire. Structurer un texte : Recevoir des conseils pour mieux organiser ses idées.
CV et lettre de motivation : Obtenir de l'aide pour améliorer sa rédaction	7. Développement de l'esprit critique	4. Autoévaluation et correction	Revoir son travail : Présenter son travail à l'IA pour identifier les erreurs et recevoir des conseils. S'autoévaluer : Créer des critères d'autoévaluation pour son travail.
Trouver des idées : Pour des projets interdisciplinaires, éditoriaux ou scientifiques	6. Recherche et documentation	5. Organisation et progression	Planifier : Créer un planning de travail et des listes de tâches personnelles. Progresser : Échanger avec l'IA pour recevoir des conseils adaptés.
Créer : Des images, des vidéos, des films interactifs, du texte, etc.			
Débattre avec l'IA : Tester la pertinence de ses arguments			
Évaluer des sources : Vérifier la fiabilité des sources d'une information et leur concordance			
Discuter sur un sujet : Échanger des idées et faire des brainstorms			
Rechercher, résumer et analyser : Des articles, documents, vidéos, sites web			

03 Comment rédiger un prompt ?

Un prompt est une instruction donnée à une IA pour générer une réponse.

Rôle	➔ Agis comme un professeur, un élève...
Action	➔ Rédige, propose, corrige, explique...
Format	➔ Sous forme de texte, de liste, de tableau...

Exemple : Je suis un élève de 3ème et je prépare le Brevet. Agis comme un professeur de SVT qui doit m'expliquer le concept de "résistance aux antibiotiques des bactéries". Donne-moi des exemples concrets pour comprendre. Pour finir, réalise un tableau présentant des données chiffrées sur ce phénomène dans 3 pays dont la France : consommation d'antibiotique, nombre de cas de résistance, mortalité

04 Comment bien utiliser l'IA ?

- Poser des questions de plus en plus ciblées pour des résultats pertinents
- Garder un regard critique sur les réponses de l'IA ainsi que son libre arbitre
- Co-produire avec l'IA pour des résultats optimaux
- Un usage abusif de l'IA peut être considéré comme de la triche et peut avoir des conséquences négatives sur l'apprentissage
- Citer systématiquement ses sources, même quand il s'agit de contenus produits par l'IA
- Protection de la vie privée : ne pas fournir aux IA de données personnelles ou sensibles

05 Quelques IA gratuites

- Conversation et images : ChatGPT, Copilot
- Vidéos : Filki, Lumen 5 - Voix : Eleven Labs
- Présentation : Gamma - Graphiques : Piktochart
- Quiz : Edapp - Flashcards : Quiz Wizard
- Personnages célèbres : Character.ai, PhiloGPT
- Langue étrangère : Andy Bot, DeepL, ChatGPT
- Résumer des sites web ou pdf : Harpa.ai, ChatPDF

© Romain JEANNEAU - SVT - AEF - EF2D Amlanord - Réalisé avec Canva et l'assistance d'IA : ChatGPT, Copilot, DALLE 3 - Décembre 2023