

livret utilisateur du jeu Gaïa



**V2.1 et V2.2
sous EXCEL**

Introduction

L'approche pédagogique par le jeu se développe de plus en plus, bien qu'elle existe depuis l'antiquité puisque Platon lui-même utilisait l'oxymore « jeu sérieux ».

Enseigner, transmettre les Savoirs ou permettre de prendre du recul sur une situation sont des notions complexes à mettre en œuvre et les méthodes pour y arriver sont nombreuses.

Le « jeu sérieux » Gaïa est né parce que les thématiques qu'il aborde sont nombreux et complexes. Elles sont également trans-disciplinaires et trans-filières. Dans une perspective de transfert de connaissances du monde de la Recherche vers celui de l'enseignement, se pose vite la question de savoir quelles matières vont enseigner ce nouveau contenu. Et si la réponse est : à la fois toutes et aucunes ? Qui va alors se saisir de la question. La réponse est simple, en général, personne.

Or, le jeu Gaïa vise à comprendre les interactions entre l'alimentation et les systèmes agricoles, tout ça dans un respect de la durabilité, ce qui induit notamment l'adaptation et l'atténuation du changement climatique. Peut-on raisonnablement admettre que ces notions soient trop pluri-disciplinaires pour les négliger, en particulier quand on enseigne à des générations dont le changement climatique et les enjeux de souveraineté alimentaire seront les grands enjeux ?

Un groupe de travail du RMT MAELE a donc réfléchi à la meilleure façon d'induire une réflexion globale, donc à l'échelle d'un territoire. Et ce, en limitant l'aspect anxiogène : on observe chez certains jeunes que le fait que l'école, les médias, les réseaux sociaux exposent les conséquences du changement climatique et la nécessité d'agir, induit une angoisse (avenir incertain, culpabilisation sur la nécessité d'agir pour les jeunes...).

Il a alors semblé opportun de se dissocier de ces questions et de l'existant sur terre. Leur réflexion ne doit pas être freinée par « il existe déjà ça, donc je le garde » mais doit s'envoler vers une sorte d'idéal intellectuel.

En faisant cela, non seulement on leur permet d'imaginer des possibilités qu'on aurait tendance à s'interdire autrement, mais aussi de confronter leurs idées et certitudes à des contraintes ou des aléas auxquels ils n'auraient pas pensé de prime abord, mais cela les oblige aussi à prendre en compte toutes les interactions à une échelle macroscopique.

Ce jeu est donc l'aboutissement d'une collaboration entre personnes d'horizons différents et de filières différentes : des personnes qui n'auraient jamais travaillé ensemble sans le RMT MAELE.

Cette version V2 du jeu ajoute quelques variables d'entrée et quelques variables de sortie. Les résultats sont regroupés sous 4 grandes thématiques : alimentation, durabilité, autonomie énergétique et cohérence agronomique pour plus de lisibilité.

Nous espérons que vous vous prendrez au jeu, ainsi que vos élèves, et que vous donnerez au jeu le sens que vous souhaitez pour atteindre vos objectifs pédagogiques.

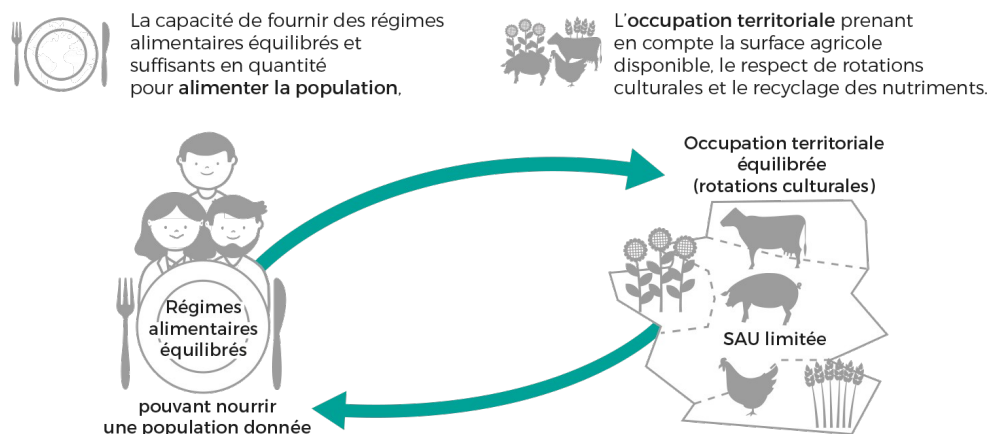
I- Principes généraux du jeu

1- Le RMT MAELE

Le défi de Gaia est le fruit d'une coopération Recherche-Formation-Développement initiée au sein du RMT Maele (réseau mixte technologique voir <http://www.maele.fr/>). Maele, s'intéresse à produire de la connaissance sur les systèmes d'élevage de demain, à prendre en compte la dimension territoriale, et répondre au besoin de reconnexion entre les citoyens et leur système alimentaire.

Le RMT MAELE, créé en 2020 à l'issue du RMT Elevage et Environnement, répond à **un besoin de reconnexion entre les citoyens et leur système alimentaire.**

En effet, les systèmes d'élevage sont fortement remis en cause par les consommateurs principalement sur des questions de bien-être des animaux, d'environnement, et/ou de modèles d'élevage jugés trop industriels, d'émission de Gaz à Effet de Serre. Dans un contexte où la question est celle de répondre aux attentes de la société (en termes d'environnement, de bien-être animal, ...) et de niveau de compétitivité des élevages, l'enjeu est d'éviter les réponses partielles qui conduiraient à des transferts de pollution ou une délocalisation de la production et un accroissement des importations (avec des implications diverses sur l'environnement). Il ressort qu'une vision macroscopique est requise pour connecter les élevages aux systèmes agricoles et alimentaires.



Dans ce contexte, le RMT va produire des outils à disposition des équipes pédagogiques. Notamment, l'objectif est de produire, d'ici 3 ans, un jeu sérieux incorporant les données des travaux issus du RMT et permettant aux apprenants de :

- faire une **approche à l'échelle macroscopique** (territoire, pays) et non à l'échelle exploitation,
- d'enseigner les **enjeux alimentaires** pour l'humanité, en terme de qualité (équilibre alimentaire...) et en terme de quantité
- de faire le **lien entre agriculture et alimentation**, par les performances nourricières et le lien entre **cultures et élevage**
- d'évaluer l'**impact environnemental** et la résilience des systèmes

2- Intérêts du jeu

A l'origine, l'idée était de concevoir une situation pour appréhender la perception que les apprenants de l'enseignement agricole pouvaient avoir des systèmes d'élevage de demain, en essayant le moins possible d'influencer leurs réponses. Chemin faisant, cette idée a évolué pour hybrider cette attente avec des ambitions pédagogiques pour :

- communiquer des références techniques et aider à penser la reconnexion entre la conception des systèmes d'élevage et les attentes sociétales,
- en conciliant les ambitions du RMT de recueillir des informations sur l'évolution des perceptions des apprenants au sujet des enjeux à considérer pour penser les systèmes d'élevage de demain.

Pourquoi jouer au jeu Gaïa ?

→ Aborder des thématiques variées et pluri-disciplinaires et faire le lien entre ces thématiques :

- choix des systèmes de production de demain
- alimentation humaine
- Énergie (production et consommation)
- Empreinte carbone et biodiversité
- Économie des filières
- Vivabilité des exploitations et des territoires

→ Faire réfléchir les jeunes au monde de demain, sans créer d'ambiance anxiogène : ils cherchent des solutions pour Gaïa, ce qui occulte le caractère urgent de sauver la Terre

Pour faire du jeu Gaïa un défi ?

Jouer et apprendre, c'est bien, mais défier les autres, c'est mieux !

L'idée du défi est de proposer un même « sujet » (c'est-à-dire un paramétrage initial identique) à plusieurs classes, que chaque classe s'accorde sur une solution (ce qui induit de faire des choix et des compromis), et que des représentants de la classe soutiennent et argumentent cette solution devant un jury de professionnels : les chercheurs du RMT MAELE, pour l'exemple du défi 2022.

Il y a donc à la fois du challenge, de la collaboration de groupe et la soutenance d'une argumentaire.

Le jour du défi est un moment fort parce qu'il est vu comme l'aboutissement d'un projet de classe, potentiellement récompensé par un trophée.

II- Comment jouer ?

AVANT LE JEU : excepté l'obtention du jeu, son téléchargement, l'impression et la découpe des cartes, il est impératif pour l'enseignant-formateur de se donner un objectif pédagogique à atteindre. Il peut, ou non, le partager avec la classe. Par exemple, l'objectif peut être de voir si une agriculture nourricière à zéro carbone est possible. Autre exemple, l'objectif peut-être de travailler les compétences d'expression orale, en faisant présenter aux apprenants leur solution, et à l'argumenter.

1- La venue d'Aldaron

La mise en contexte est une étape importante du jeu : elle permet aux joueurs de s'immerger dans l'univers du jeu. Pour lancer le jeu, l'enseignant peut lire le message d'Aldaron, on l'incarnant. Un peu comme on raconterait un conte.

Ou alors, passer le message audio ou la vidéo disponible.

NB : la version vidéo est disponible sur you tube :

<https://www.youtube.com/watch?v=4woOVydvaCE>

D'un point de vue pédagogique, la « plongée » dans le jeu est fondamentale : elle permet de prendre de la distance avec l'existant et cela permet aux joueurs de se libérer du carcan de la réalité et de ses contraintes. L'animateur de jeu doit donc favoriser au maximum cette imprégnation. A partir de ce moment-là et jusqu'au bilan, même si les apprenants font des erreurs, il faut les laisser dire : c'est un temps de liberté et faire des erreurs qu'ils parviendront à corriger seuls ou avec le regard des autres est très formateur. L'enseignant peut prévoir de quoi noter les notions à reprendre par la suite, mais sans interrompre la phase de jeu.

La vidéo est volontairement sans SAU, ni nombre d'habitant, de façon à laisser aux enseignants la possibilité de choisir leurs modalités de jeu.

Il y a donc 2 parties dans le contexte : une partie commune à toutes les situations (sur la vidéo), où Aldaron explique que sa planète, Gaïa, très proche de la nôtre dans ses caractéristiques, a vu disparaître tous les hobbits adultes, êtres qui s'occupaient de produire les aliments. Les Gaïans ont donc faim et les apprenants doivent expliquer comment ils doivent s'y prendre pour nourrir tout le monde, sans impacter négativement l'environnement, car c'est sacré pour les Elfes.

La 2ème partie, à faire en classe, doit être adaptée aux objectifs pédagogiques. Elle définit un cadre et des niveaux de difficultés.

On peut définir une valeur de jeu par défaut, qui correspond aux données de la France.

Sinon, on peut faire varier :

- la SAU du territoire
- le nombre d'habitants
- prévoir ou non un impact du changement climatique
- créer différentes régions (jusqu'à 6) au contexte pédo-climatiques différents, à définir ensuite.
- tenir compte ou non de la perte et du gaspillage alimentaire
- la part des surfaces non labourables, donc exploitables uniquement en prairie permanente ou forêt.
- tenir compte ou non, des besoins en énergie
- créer ou non, des systèmes de production de son choix

Pour faire jouer une classe, il est possible à l'enseignant de définir toutes ces modalités, puis de masquer la feuille. Pensez à enregistrer sur la feuille « Gaïa » pour que les apprenants ouvrent le fichier directement sur la mappemonde.

2- Les supports physiques du jeu : faire jouer en groupe

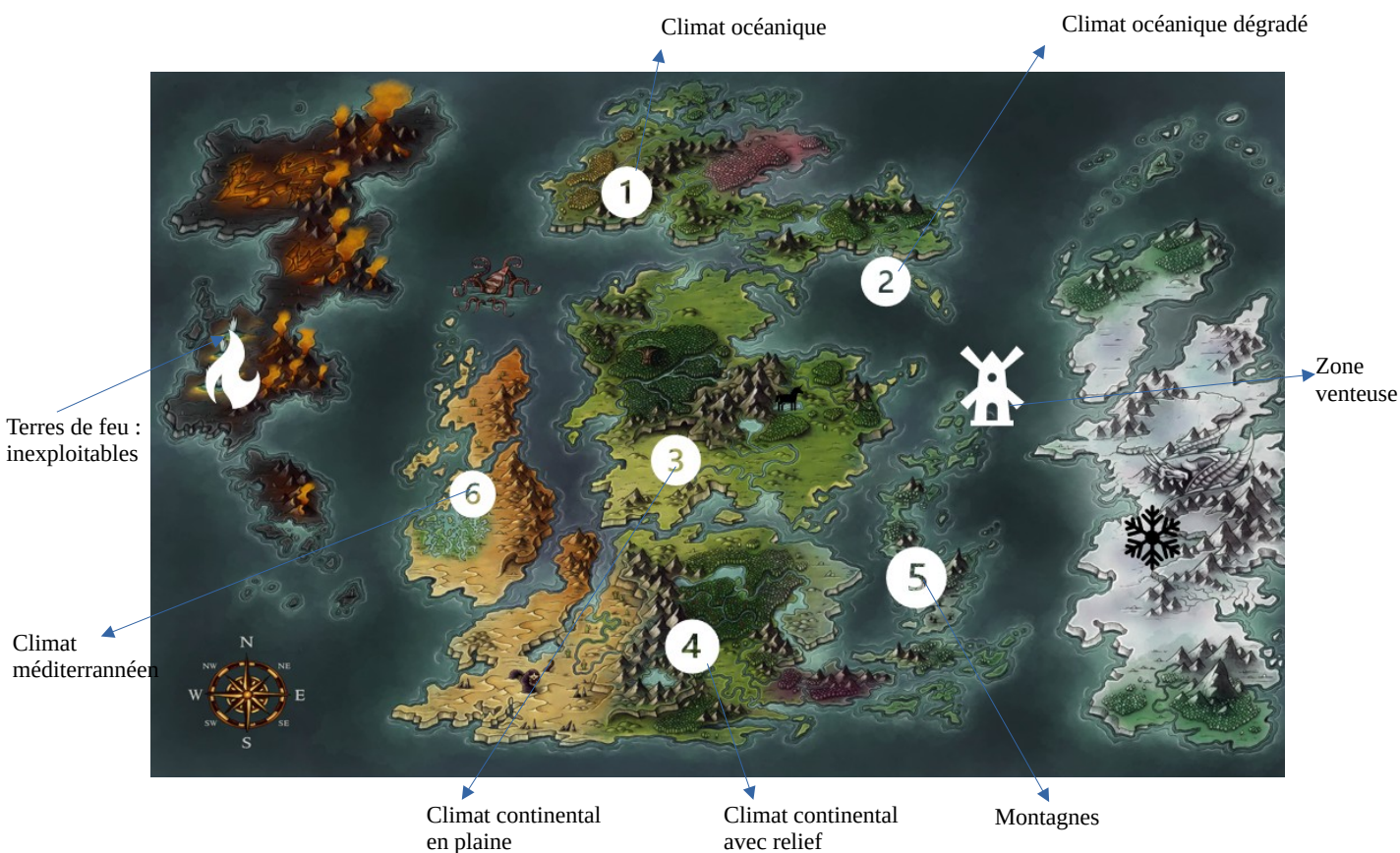
Pour éviter le syndrome du « pousse-bouton » et favoriser l'échange et la réflexion, il est **vivement recommandé de commencer le jeu par une phase de discussion dans des groupes de 4-5 apprenants.**

Pour cela, une mappemonde de Gaïa et des cartes avec les différents systèmes/aliments produits sont disponibles.

Il existe deux jeux de cartes : une version destinées à des apprenants spécialisés dans le domaine agricole et une version plus généraliste, pour des apprenants ayant un profil « consommateur ». Charge à l'enseignant de choisir le jeu qui lui semble le plus adapté.

Si la classe joue à la version V2.1 qui n'a qu'un seul territoire dans le calculateur, il est important, même si la saisie n'en fera pas mention, de faire réfléchir autour de la mappemonde à l'hétérogénéité du territoire (climats, reliefs, populations...).

Voici un exemple :



Pour laisser le jeu gratuit, ces éléments sont disponibles en version numérique et l'enseignant se charge de les imprimer (en couleur, c'est mieux), de plastifier la mappemonde (pour pouvoir écrire dessus avec un stylo pour tableau blanc pour effacer) et de découper les cartes. Vous pouvez même imprimer les cartes animaux d'une couleur, les cartes végétaux d'une autre, les cartes énergie d'une troisième couleur. Cela permet aux jeunes de mieux distinguer les types de carte.

Une fois que les joueurs sont capables de verbaliser une stratégie globalement cohérente d'un point de vue qualitatif, l'animateur les autorise à passer sur le calculateur

3- Le tableur de Gaïa : chaque groupe saisit sa stratégie

Dans cette phase de jeu, les joueurs saisissent les effectifs et les surfaces, et regardent les résultats. Ils peuvent ensuite revenir sur leurs saisies pour améliorer leurs résultats.

Deux points fondamentaux dans cette phase de jeu :

→ Donner un temps défini (ex : une heure) au bout de laquelle, quoiqu'il arrive, il faudra arrêter de changer les saisies et présenter son résultat.

→ Les inciter à noter ce qu'ils changent pour qu'ils comprennent en quoi les changements de saisie induisent des changements de résultats.

Vu la complexité des calculs, il est inenvisageable de laisser les joueurs calculer seuls les impacts nutritionnels et environnementaux des choix qu'ils ont fait.

Un tableur a donc été créé pour calculer les apports nutritionnels, l'empreinte carbone, les nombres de personnes employées et l'autonomie énergétique des choix saisis.

Pour la V1, toujours disponible : ce tableur est sous libreoffice car c'est gratuit et donc accessible au plus grand nombre. Il ne comporte pas de macro, pour limiter les problèmes de compatibilité et c'est donc un outil « simpliste ». Il faut garder à l'esprit qu'il n'est qu'un outil mais que la réflexion doit provenir du joueur. Si le résultat trouvé à fois de « bidouillages » est intéressant, mais qu'il ne correspond à rien de crédible, c'est inutile !

Pour la V2, deux versions sous EXCEL : la version V2.1 est une version simplifiée, avec un seul territoire (donc contexte pédo-climatique) possible pour la saisie. Elle est destinée, sous à une classe non spécialisée en agriculture, soit à des classes de lycéens. Elle comporte plus d'informations complémentaires sur les définitions générales des notions et des liens vers des vidéos dans un objectif d'apprentissages des notions.

La version V2.2 permet la saisie de 6 territoires différents : la saisie pourrait être fastidieuse si elle est faite par une seule personne ou un seul groupe. Cette version permet plutôt d'attribuer un territoire à un groupe (donc on peut jouer avec 6 groupes) et après une réflexion par territoire, la mise en commun permet de voir l'effet d'ensemble.

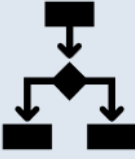
Ne pas ouvrir la V1 avec Excel ou la V2 avec Libreoffice : cela créerait des bugs de fonctionnement !

Par ailleurs, le calculateur a fait l'objet de choix pour laisser la situation globale représentative de la réalité sur Terre, choix que nous expliquerons plus loin et qui pourraient être discutables. Mais n'est-ce justement pas ça qui va être intéressant en classe ?

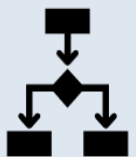
Principe de navigation

La navigation dans le calculateur se fait en cliquant sur des icônes. Chaque icône conduit à une page, toujours de la même façon. Il suffit de lire la réglette de navigation, mais la forme de l'icône est sensée être assez intuitive.

Réglette de navigation V2.1 :

Navigation générale							
	Page modalités de jeu	Page terres de feu	Page terres de glace	Page saisie de production d'énergies	Page des résultats globaux	Page planisphère de Gaïa	Page saisie effectifs
Résultats							
	Résultats énergie	Résultats durabilité	Résultats agronomie	Résultats alimentation	Infos complémentaires		
Paramétrage							
	Page saisie des systèmes personnalisés	Lien vers vidéo de lancement youtube	Page sur les droits CC				

Réglette de navigation V2.2 :

							Navigation générale
Page modalités de jeu	Page terres de feu	Page terres de glace	Page saisie de production d'énergies	Page des résultats globaux	Page planisphère de Gaïa	Page saisie effectifs, territoire n° ...	
							Résultats
Résultats énergie	Résultats durabilité	Résultats agronomie	Résultats alimentation	Infos complémentaires			
							Paramétrage
Page saisie des systèmes personnalisés	Lien vers vidéo de lancement youtube	Page sur les droits CC	Page récapitulatif saisies par territoires				

4- Le bilan et la présentation des résultats inter-groupes

La phase de jeu la plus importante d'un point de vue pédagogique est quand l'animateur arrête les groupes et les invite à présenter, chacun leur tour, leur stratégie et leurs résultats. C'est ici qu'on amorce le parallèle avec la réalité, en lui disant quel territoire a été configuré (ex : chiffres de la France...) ou pourquoi l'enseignant a choisi certains paramètres.

C'est l'occasion de mettre en lumière les bonnes idées de chaque groupe, et aussi les échecs éventuels, à relativiser et surtout à chercher à expliquer. On peut faire, au tableau, un comparatif par groupe : cela implique de s'accorder sur les critères des résultats qu'on estimera collectivement les plus importants.

C'est le temps de l'écoute de tous, du consensus et aussi du bilan de l'acquisition des connaissances et de la possibilité de réinvestissement dans la perspective d'un cours ultérieur.

Après cette phase de jeu, quand la classe s'accorde sur une stratégie, elle peut, dans d'autres séances, affiner cette stratégie. Si un défi inter-classes est organisé, cela peut être l'occasion de choisir une forme de présentation, de la travailler et d'affiner l'argumentaire avant de présenter cela devant ses pairs.

III- Données et calculs du jeu

La réalisation d'un tel jeu a nécessité la collaboration de nombreux partenaires et experts pour valider les données et les choix de simplification.

1- Les pages de saisies et de résultats

La page de saisie des modalités

Le principe général du tableur est d'avoir une première feuille de saisie des modalités de jeu. Sur cette feuille, il y a des boutons de navigations pour aller sur les pages où il faut saisir des données et sur les pages de résultats.

Les pages de saisie sont les pages où l'on rentre les caractéristiques de chaque territoire (ou du territoire s'il n'y en a qu'un) : climat, surface, effectifs animaux par filière et par système, surface de chaque culture végétale, surface en forêt, linéaires de haies. Chaque saisie est suivie du calcul de la surface occupée par les systèmes agricoles mis en place, et aussi de la surface restant à assolier. On peut aussi préciser des éléments d'ordre agronomique : part des terres labourées, part des vergers enherbés et part des couverts végétaux. Laisser la valeur par défaut si vous ne souhaitez pas travailler ces thèmes.

La page de saisie de production d'énergie

La page de saisie de l'énergie permet de saisir le nombre de système de production d'énergie, par territoire. Un nombre maximal à ne pas dépasser, lié aux saisies faites sur les systèmes agricoles est indiqué.

NB : les consommations d'énergie sont calculées en fonction des systèmes agricoles choisis, des effectifs et surfaces et du nombre d'habitants. Voir plus loin pour les détails sur le contenu des valeurs de la base de données.

La page de création de systèmes agricoles

Pour ceux voulant créer des systèmes agricoles (et ne pas jouer avec les valeurs par défaut), il y a une page de saisie dédiée, accessible par le bouton présent sur la page d'accueil. Attention, un renseignement incomplet des données demandées induira des erreurs dans les calculs : toutes les données demandées sont utilisées.

La page de résultats globaux

La page de résultats donne un score en pourcentage en fonction des nombreuses variables calculées par le calculateur. L'idée est de regarder le résultat global, puis de cliquer sur les icônes de chaque thématique pour voir et comprendre le détail des résultats. Un calcul de cohérence sur les surface alerte l'utilisateur sur une éventuelle incohérence entre les saisies de départ et les saisies intermédiaires : par exemple, si la part de terres labourables saisie (en mettant trop de cultures alimentaires par exemple) est supérieure à la part indiquée dans la page choix des modalités de jeu, une erreur ressort.

Les pages de résultats : alimentation, durabilité, autonomie énergétique et cohérence agronomique

Ces pages présentent les résultats avec des indicateurs chiffrés et des graphiques. Ils devraient être compréhensibles au plus grand nombre. Pour les détails des calculs, voir plus loin.

Les pages masquées et protégées

Vous ne les verrez pas, mais sachez qu'il y a plusieurs pages masquées contenant les données de base ainsi que les calculs intermédiaires. Si vous arriviez à voir ces pages, ne les changez pas : sinon, les calculs ne se feraient plus correctement et les résultats seraient faux. Les modalités d'obtention des données source et les méthodologie de calcul sont expliqués par la suite.

2- Les systèmes agricoles

Les systèmes d'élevage

Les systèmes d'élevage présentés sur les cartes de jeu et sur lesquels se calculent les résultats sont issus des cas-types de l'IDELE, de l'IFIP et de l'ITAVI. Les empreintes carbone sont issus de la base de données agribalyse, dont une partie est accessible en ligne .

<https://agribalyse.ademe.fr/>

Des choix de systèmes ont été faits pour être à la fois différents entre eux et représentatifs de l'élevage français et européen.

Pour chaque système, on a rapporté les données techniques à une unité correspond à une tête (ex : en vaches laitière, tout a été rapporté à la vache, y compris les données liées aux génisses de

renouvellement). Cela permet, lors de la saisie dans le calculateur de l'effectif de vaches, de bien prendre en compte toutes les conséquences et toutes les surfaces nécessaires).

Les données sur les systèmes permettent d'évaluer :

→ la surface nécessaire : la quantité de chaque aliment est divisée par le rendement de cet aliment, lui même déterminé par climat saisi et pondéré des effets du changement climatique, soit choisi au départ dans les modalités de saisie, soit induit par un résultat de bilan carbone dégradé après saisies des effectifs et des surfaces. Toutes les surfaces nécessaires pour chaque aliment sont ensuite sommées. *Remarque : les quantités et les aliments étant différents pour chaque système, les calculs sont conditionnés aux choix de système de production faits dans les listes déroulantes.*

→ les apports nutritionnels en énergie et protéines, via les quantités produites et les caractéristiques nutritionnelles. Les quantités produites dépendent de la productivité, des rendements en viande et du taux de renouvellement. Les valeurs nutritionnelles sont issues de sites comme www.lanutrition.fr

→ la consommation d'énergie en EQF (Equivalent Fioul, 1 EQF = 35,8 MJ), issus des données des élevages types des différents instituts partenaires.

→ l'empreinte carbone nette (émission GES – stockage de carbone) : là encore, ce sont les résultats des élevages types. Donc, parfois, si les élevages types impliquent des fortes part de prairies permanentes ou beaucoup de haies, il y a un fort stockage de carbone. A l'inverse, l'empreinte est rapportée au kg de produit, donc les systèmes peut productifs, mathématiquement, peuvent avoir une forte empreinte carbone. *Par exemple, le poulet plein air : l'empreinte carbone d'un poulet plein air est plus faible que celui d'un poulet en système intensif, mais rapporté au m², il y a plus de poulets produit/m² en système intensif qu'en système plein air (le temps d'élevage d'un poulet intensif est presque 3 fois plus court, donc il y a plus de poulet produit sur le même m² dans une année). Par conséquent, en divisant les émissions de GES par un plus grand nombre de kg de poulet produit, le système intensif ressort moins émetteur au m².*

Remarque : pour les systèmes lait ou œuf, les apports nutritionnels sont la somme des apports par le lait et par la viande.

Les systèmes de cultures

La saisie ne concerne que les surfaces implantées pour les cultures à vocation alimentation pour les Gaïans : les besoins pour les animaux sont évalués comme précédemment décrits.

Selon les surfaces saisies, les rendements induits par le climat du territoire, les teneurs nutritionnelles des produits, on obtient aussi :

- les apports nutritionnels en énergie, protéines et fibres
- la consommation d'énergie en EQF
- l'empreinte carbone nette (source : Agribalyse)

La forêt et le bocage

Les hectares de forêt et les kmL de haie sont sommés puis multipliés par 1,7 T de carbone captés/ha ou kmL linéaire. Ceci est une approximation car dans Cap2er, on compte plutôt 1,25 T éqCO₂/kmL de haies et l'ONF donne 1T de CO₂ absorbé par m³ de bois (et ici, on a pris 2,2 m³/ha). Ce chiffre tient compte d'une gestion durable de la ressource bois.

Pour la production d'énergie :
 1 ha de bois = 75 EQF
 1 kmL de haie = 150 EQF

3- Les systèmes de production d'énergies

Pour cette partie, il a fallu faire des choix et prendre parfois des données moyennes : on peut avoir de fortes disparités.

Les données utilisées dans le jeu sont les suivantes :

Solutions énergie	Données techniques
Bois énergie (bocage)	mL de haies : 2,7 m3/1000 mL max
Bois énergie (forêt)	surfaces en bois : max 0,5 % (feuillus) à 3 (conifères) % de la surface totale par an récoltable chaque année pour préserver la ressource. Soit 2,2m3/ha/an au total dont 0,5 m3/an/ha de forêt pour le bois énergie (le reste est du bois d'oeuvre et du bois d'industrie)
Photovoltaïque	160 kWh/m ² , sur le toit des bâtiments d'élevage et des hangars
Eolien terrestre	8 000 000 kWh/éolienne , max 6 éoliennes pour 1500 ha
Méthanisation	Facteur limitant : fibres dans le méthaniseur (issues de déchets de cultures, pas de CIVE programmables). Production de 1125000 kWh/unité
Hydroélectricité	Les centrales produisent en moyenne 24 GWh/an
Biocarburants	En moyenne, sur le tournesol, le colza, la betterave et le blé (en part égale), on obtient TEP/ha soit 2280 EQF/ha
Géothermie	Dans les sites où l'eau peut être chauffée à 180 °C en profondeur, une grosse centrale peut produire 55 GWh/an.

3- Les autres données

3-1- Alimentation

Selon le site www.vidal.fr, les besoins nutritionnels en énergie d'un homme adulte sont entre 2400 et 2600 kcal/j, les besoins en énergie sont de 0,8 g/kg/j et les besoins en fibres sont de 30-45 g. D'où les choix moyens et faciles à mémoriser de : 2500 kcal/j, 50 g de protéines/j et 40 g de fibres/j.

Remarque : selon l'INRAE, les français ingèrent en moyenne 1,4 g de protéines/kg de poids, soit 75 % de plus que le besoin. Ce chiffre est utile pour valoriser les résultats trouvés avec les apprenants. De nombreuses études prouvent que l'excès de protéines dans l'alimentation a des conséquences néfastes sur la santé.

<https://www.nutrisens.com/vitalites/deficits-ou-exces-en-proteines-circonstances-et-consequences/>

Les apports en Fer et en Calcium sont précisés car certaines études (voir une de ces études dans les documents complémentaires annexes au jeu). Le calculateur évalue les apports en Fer et en Calcium de l'assiette et compare aux besoins pour donner une couverture des besoins. Il faut penser qu'une carence est très dangereuse pour la santé, mais un excès n'est pas bon non plus !

3-2- Durabilité

Un diagramme en étoile permet aux apprenants de visualiser les points sur lesquels ils ont réussi et ceux où ils peuvent s'améliorer.

Bilan GES

Emissions GES = somme des bilans carbone des élevages et des cultures

Stockage de carbone = somme de stockage de carbone dans les arbres et dans le sol

Pour les GES liées au Scrumz (engrais minéral), il n'est pris en compte qu'au delà de la quantité actuellement utilisée en France, puisque cette quantité impacte déjà le bilan carbone des cultures pour lesquelles il est utilisé.

En ce qui concerne le stockage de carbone dans les sols, les calculs sont faits à partir des données suivantes :

Variable	Stockage de carbone dans les sols (kg de C/ha/an)
Cultures intermédiaires (France : 40%)	+126 kg de C/ha/an
Sans labour (France : 35%)	+60 kg
Prairies Temporaires	+127 kg
Agroforesterie	+207 kg
Haies	+17 kg
Enherbement des vignobles	+182 kg

Compte tenu du fait que le bilan Carbone France actuel comptabilise ces stockages dans le sol, seules les valeurs au-delà de la valeur actuelle en France sont prises en compte pour augmenter le stockage de carbone dans les sols.

Remarque : le stockage de carbone dans les prairies permanentes et autres stockages liés à l'activité agricole sont déjà comptés dans les bilan carbone des élevages et cultures.

NB : en France, en 2020, le bilan était de 55 Mtéq CO₂. L'évaluation de la performance se fait en comparaison à cette valeur.

L'érosion

Le risque d'érosion est évalué à partir des choix de pratiques : sols non couverts, part du sans labour, présence de bandes enherbées, part des haies et la part d'herbe sur le territoire. Chaque pratique permet d'obtenir un score, et la moyenne du score sur le territoire donne une appréciation globale. De même, pour la version avec plusieurs territoires, c'est la pratique globale qui compte.

La gestion de l'eau

Le calcul de la gestion de l'eau est très complexe à l'échelle d'un territoire donc il a fallu simplifier de façon à sensibiliser sur l'usage plus ou moins adapté de l'eau selon certains territoires.

Le climat océanique se base sur les données pluviométriques de Lorient, le climat continental sur Poitiers et le climat méditerranéen, sur celui de Carpentras.

Le tableur reprend les pluviométries, qu'il compare aux besoins en eau des cultures pour chaque saison. Les besoins en eau sont augmentés de 16 % en climat continental et de 44 % en climat méditerranéen pour tenir compte de la température (+16 % et +44 % de température respectivement) ce qui induit une évapotranspiration et donc des besoins en eau supérieurs.

En cas de choix de modalité « impact de changement climatique », la température estivale est augmentée et donc les besoins estivaux en eau augmentent de 10 % (impact moyen) et 20 % (impact élevé).

Les besoins en eau sont donc calculés en prenant en compte :

- le climat et la surface de chaque culture
- cela est comparé à l'eau des précipitations
- cela donne la part des précipitations consommées qui sont utilisées pour les besoins en eau des cultures
- selon ce résultat, si la part est < 30 %, la gestion de l'eau est optimale. Si c'est entre 30-50 %, la gestion de l'eau est correcte ; entre 50-70 %, la gestion de l'eau est tendue et au-delà de 70 %, la gestion de l'eau est problématique.

Ces choix ont été fait car toute l'eau ne peut pas aller aux cultures : les besoins en eau d'un territoire sont multiples.

La montée des océans

Concernant le puits de carbone océanique, les chiffres varient d'une source à l'autre. Ici, en partant d'un stockage de 7 GT CO₂/an, et en ramenant à 4740 millions d'ha de SAU mondiale, on obtient 1,47 T de CO₂/ha de SAU stockés. Donc, le stockage possible est uniquement dépendant de la SAU saisie dans le calculateur : c'est très approximatif. L'idée est de faire prendre conscience et de parler de l'océan comme potentiel de puits de carbone et les limites de celui-ci.

Pour la montée des océans, le calcul est également très grossier. C'est une estimation quasi-linéaire de la montée en fonction du réchauffement en degrés Celcius. Les calculs sont faits à partir des données suivantes : à +2°C, la montée des océans sera de 26 cm et à 5°C, elle sera de 65 cm.

Pour la perte de SAU induite par la montée des océans, c'est un calcul de mise en classe en fonction des performances du bilan carbone : si celui-ci est dégradé, par choix dans les modalités ou par mauvais résultat induit par les saisies, la SAU baisse entre 8 % et 30 %.

Le réchauffement est fait à partir d'une mise en classe du résultat sur le bilan carbone global. Il tient aussi compte de la saisie des paramètres de jeu sur un changement climatique ou non.

Surface en biodiversité

Comme dans Cap2er, qui tient compte des règles BCAE/PHAE, on a compté :

- 1 ha de forêt = 1,5 ha de biodiversité
- 1 ha de prairie = 1 ha de biodiversité
- 1 ha de légumineuses = 0,7 ha de biodiversité
- 1000 mL de haies = 1 ha de biodiversité

3-3- Autonomie énergétique

Pour la consommation d'énergie en agriculture, elle vient de la somme des surfaces pondérées par les consommations EQF unitaires.

Pour la consommation des ménages, on a la consommation moyenne d'une famille française, rapportée par personne et multipliée par le nombre d'habitants. Soit 113 EQF/habitant/an.

Pour la consommation industrielle, il s'agit de la consommation industrielle française rapportée au nombre d'habitant : soit 650 EQF/habitant.

Valeurs prises en compte dans le tableur :

Solutions énergie	En EQF/unité
Bois énergie (bocage)	150 EQF/kmL de haie
Bois énergie (forêt)	75 EQF/ha de forêt
Photovoltaïque	15 EQF/m ²
Eolien terrestre	800 000 EQF /éolienne
Méthanisation	112 500 EQF / unité de méthanisation (200 UGB)
Hydroélectricité	7020 EQF/ centrale
Biocarburants	2280 EQF/ha
Géothermie	5 500 000 EQF/an

Ces données ont été validés par un expert.

4-4- Cohérence agronomique

Pour la gestion de l'azote, il y a un simple bilan entre les apports en azote et les besoins des cultures.

- Apports en azote :
 - Apports des légumineuses : 30 kg d'N/ha
 - Apports en scumz : comme pour l'ammonitrate, 1kg équivaut à 0,33 kg d'N
 - Reliquat sortie hiver : pas de prise en compte des variables habituelles (type de cultures, Pmm, précédent cultural, apports organiques...) : une seule valeur ici.
 - N organique : les effectifs animaux sont multipliés par la valeur en N organique de chaque animal. Exemple : si pour une vache saisie, on a une vache + 0,35 génisse de 1-2 ans + 0,35 génisses de 0,1 an, la valeur azotée prise en compte est la somme de l'azote produit par type d'animal pondéré de l'effectif.
- Besoins des cultures :
 - Besoins des cultures : chaque culture a un besoin spécifique en azote par ha, qui est multiplié par la surface saisie. Le besoin total est donc la somme des besoins de toutes les cultures
 - Besoins des fourrages : même méthode.

Conclusion :

Même si certaines données sont moyennes, et que nous avons dû faire des choix pour ne pas rendre l'outil inabordable, les résultats donnent des tendances justes et cohérentes.

L'approche pédagogique est importante à réfléchir en amont. Le jeu n'est pas destiné à être joué sans enseignant.