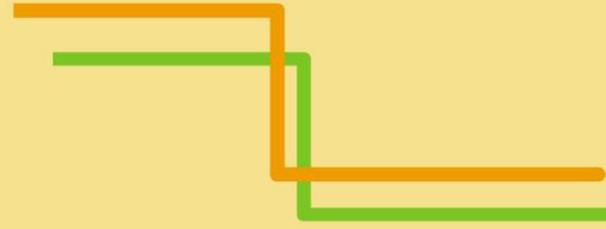


Green
STEAM
Incubator



The "Green
STEAM
Incubator"
MANUAL

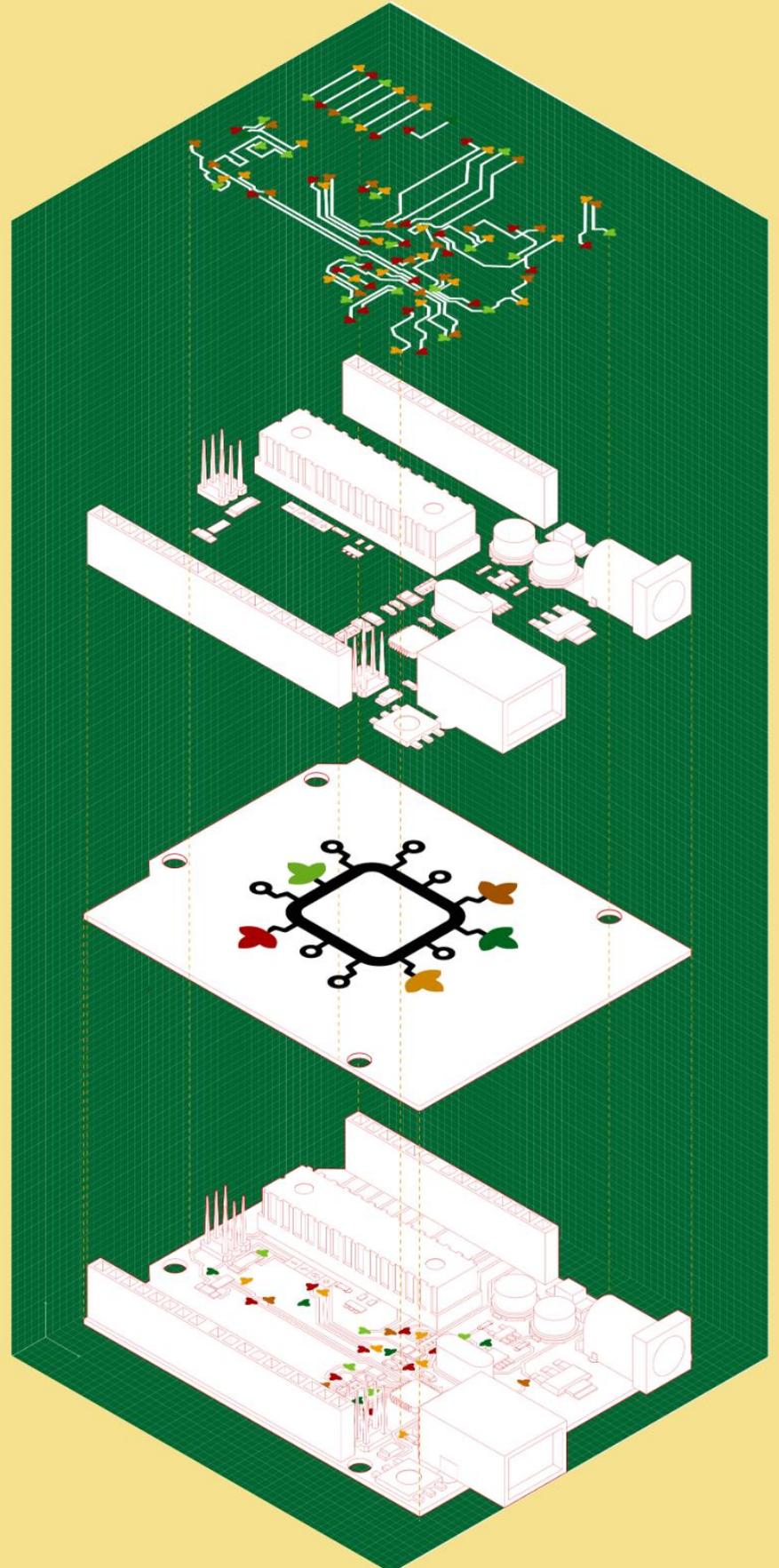


TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	3
1.1 La situation du secteur agricole de l'UE	3
1.2 Le projet "L'Incubateur Green STEAM"	5
1.3 Objectifs et structure de l'IO1: Le Manuel "L'Incubateur Green STEAM"	6
CHAPITRE 2	7
UN APERÇU DES ENTREPRISES AGRICOLES (BELGIQUE, CHYPRE, ET PORTUGAL)	7
2.1 Présentation des études de cas	7
2.2 Comparaison des données des entreprises agroalimentaires: différences et similitudes	11
2.3 Identification des besoins des entreprises agroalimentaires	13
CHAPITRE 3	16
DÉVELOPPER LES COLLABORATIONS ENTRE LES ORGANISATIONS DE JEUNESSE ET LES ENTREPRISES AGROALIMENTAIRES	16
3.1 La nécessité de développer des cartes de collaboration	16
3.2 Le curriculum STEM	19
3.3 Methodologie du "Design Thinking Process"	60
CHAPITRE 4	66
DÉVELOPPER LES COLLABORATIONS ENTRE LES ORGANISATIONS DE JEUNESSE ET LES ENTREPRISES AGROALIMENTAIRES	
Activity 1 - Apprendre à connaître l'agriculture conventionnelle et biologique ...	69
Activity 2 - Adoption des technologies STEM	77
Activity 3 - Plaisir de l'informatique	86
Activity 4 - Construire une ferme	93
Activity 5 - Chasse 'Perma-venger'	96
Activity 6 - Cours de cuisine durable	100
Activity 7 - Créer votre propre jardin communautaire	110
Activity 8 - Une infrastructure agricole autonome	126
Activity 9 - Utilisation d'un capteur d'humidité	136
Activity 10 - Utilisation d'une station météorologique	1422
Activity 11 - Mesurer le pH d'un sol	147
Activity 12 - Compostage	153
CHAPITRE 5	164
LA BIBLIOTHÈQUE EN LIGNE DE "L'INCUBATEUR GREEN STEM"	
1. Livres	164
2. Articles	1655
3. Documents Officiels	167
4. Brochures et Publications	167
5. Ressources Visuels	168
6. Sites Web	169
REFERENCES	171



TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 – CLASSE D'ÂGE DES CHEFS D'EXPLOITATION, PAR GENRE, UE-28, 2016	3
FIGURE 2 – FERME BIOLOGIQUE FLUVIALE	8
FIGURE 3 – FERME BIOLOGIQUE FLUVIALE	9
FIGURE 4 – FERME BIOLOGIQUE FLUVIALE	9
FIGURE 5 – RÉSUMÉ DES BESOINS TECHNOLOGIQUES DES ENTREPRISES AGROALIMENTAIRES INTERROGÉES	14
FIGURE 6 – BESOIN GÉNÉRAUX DES JEUNES AGRICULTEURS DANS L'UE.....	16
FIGURE 7 – NIVEAU DE FORMATION PAR TRANCHE D'ÂGE, EU-28.....	17
FIGURE 8 – POURCENTAGE DE JEUNES AGRICULTEURS INTERROGÉS UTILISANT LES CONNAISSANCES CI-DESSOUS	18
FIGURE 9 – LOGO DE STEM ALLIANCE.....	20
FIGURE 10 – LOGO DE SCIENTIX	211
FIGURE 11 – SCIENTIFIQUES ET INGÉNIEURS DANS L'UE	233
FIGURE 12 – TYPES DE RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES RENOUVELABLES	28
FIGURE 13 – L'ARRACHAGE KEYLINE DU SOUS SOL A LIEU CHAQUE ANNÉE DANS LE CADRE D'UN SYSTÈME DE GESTION DE L'EAU	30
FIGURE 14 – SECTEUR BIOLOGIQUE DANS L'UNION EUROPÉENNE	31
FIGURE 15 – STATION MÉTÉOROLOGIQUE	39
FIGURE 16 – APPLICATION PLANTIX POUR TÉLÉPHONE MOBILE	41
FIGURE 17 – STATION DE SURVEILLANCE DU SOL T_SOIL.....	42
FIGURE 18 – MACHINE AGRICOLE: TRACTEUR TRAVAILLANT LE SOL	45
FIGURE 19 – OUTILS DE TRAVAIL DU SOL	45
FIGURE 20 – PROCESSUS DE COMPOSTAGE.....	46
FIGURE 21 – IRRIGATION PAR ARROSAGE.....	48
FIGURE 22 – IRRIGATION AUTOMOTRICE	49
FIGURE 23 – SYSTÈME DE MICRO-ARROSAGE	49
FIGURE 24 – SYSTÈME D'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE	49
FIGURE 25 – APPLICATION MOBILE	50
FIGURE 26 – RÉSERVOIR DE RÉTENTION D'EAU	51
FIGURE 27 – MACHINE À EMBALLER ET À PESER LES OEUFS	54
FIGURE 28 – SYSTÈME DE TRAITE ROBOTISÉE	55
FIGURE 29 – DÉFINITION DE L'ÉCONOMIE VERTE.....	58
FIGURE 30 – ACTIONS QUE SUIVENT LES COMMUNAUTÉS ÉCOLOGIQUES ET QUI PEUVENT CONDUIRE À UNE ÉCONOMIE VERTE.....	59
FIGURE 31 – INVESTISSEMENTS DANS LES SECTEURS ÉCONOMIQUES POUVANT MENER À UNE ÉCONOMIE VERTE	60
FIGURE 32 – LE PROCESSUS DE RÉFLEXION SUR LA CONCEPTION NON LINÉAIRE	62
FIGURE 33 – DIFFÉRENTS TYPE DE MÉTHODOLOGIES ET D'ACTIVITÉS OPÉRATIONNELLES PROPOSÉES PAR LES AGROENTREPRISES	67
FIGURE 34 – MODÈLE POUR LES PLANS D'ACTION.....	67

INTRODUCTION

1.1 L'Etat du Secteur Agricole de l'UE

"Les jeunes devraient être à l'avant-garde du changement et de l'innovation au niveau mondial. Habilités, ils peuvent être des agents clés du développement et de la paix. Si, toutefois, ils sont laissés en marge de la société, nous en serons tous appauvris. Faisons en sorte que tous les jeunes aient toutes les chances de participer pleinement à la vie de leur société".

Kofi Annan, Ghana, Septième Secrétaire Général des Nations Unies
(Secrétariat du Commonwealth, n.d.)

Au cours des cent dernières années, l'agriculture est passée de la principale source de revenus de la majorité des ménages européens à l'emploi d'environ 8,9 % de la population active de l'UE en 2016 (Eurostat, 2018a) et à un montant de 1,1 % du PIB de l'Union en 2018 (Eurostat, 2019a). L'urbanisation généralisée, notre mode de vie contemporain, rapide et technologiquement omniprésent, la transformation des conditions environnementales et les normes de plus en plus exigeantes en matière de production alimentaire sont autant de défis à relever pour la croissance du secteur. Un autre facteur préjudiciable est l'afflux de sang neuf dans le secteur, ou plutôt, son absence. Selon les dernières données d'Eurostat, l'office statistique de l'Union européenne (2018a), en 2016, près de 6 exploitants agricoles sur 10 dans l'UE-28 avaient 55 ans ou plus, alors que moins d'un jeune sur 10 de moins de 34 ans occupait le même poste (voir figure 1).

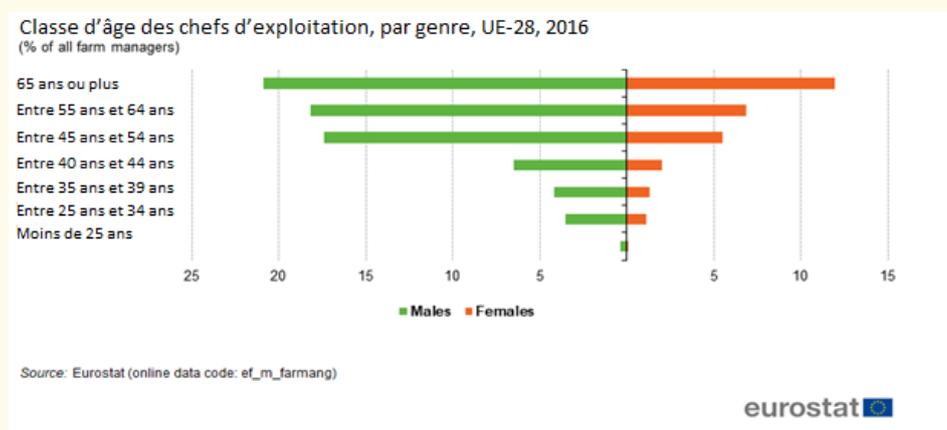


Figure 1 - Classe d'âge des chefs d'exploitation, par genre, ue-28, 2016

Si l'on regarde de plus près les États membres où les proportions sont les plus faibles, comme Chypre et le Portugal, les chiffres sont particulièrement décourageants pour l'avenir du domaine, car à Chypre, seulement 1,31% des exploitants agricoles ont moins de 34 ans, alors qu'au Portugal, ils ne sont que 1,89% (Eurostat, 2018c). En même temps, l'agriculture est une profession qui tend soit à se transmettre de génération en génération (Eurostat, 2018b), soit à s'exercer par l'expérience pratique (Unité Economie Agricole : DG Agriculture et développement rural, 2017, p.7). Ce dernier point se reflète notamment dans le nombre de jeunes chefs d'exploitation qui ont achevé un cycle complet de formation agricole en 2013 (19,8 %), par rapport à ceux qui exercent leur métier par le biais d'une expérience pratique (61,6 %) (Unité Économie Agricole : DG Agriculture et développement rural, 2017, p.7). Une conclusion qui pourrait être tirée des mesures ci-dessus est que le secteur agricole européen a un besoin urgent de stimuler l'implication des jeunes et des personnes diplômées.

La formation est particulièrement importante si l'on tient compte des normes exigeantes des consommateurs en matière de production alimentaire (par exemple, les produits biologiques) et de l'urgence de prévenir toute nouvelle perte de biodiversité, la dégradation des terres et l'impact global du changement climatique. Dans le rapport de 2019 sur "l'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole en Europe" (Jacobs et al., 2019), l'Agence européenne pour l'environnement met en garde contre une perte pouvant atteindre 16 % du revenu agricole de l'UE d'ici les 30 prochaines années, à moins que des mesures drastiques ne soient prises pour rendre la production agricole durable. En attendant, les approches agro-écologiques, comme l'agriculture biologique et la permaculture, s'appuient sur les interactions entre les plantes, les animaux, les organismes du sol, les personnes et l'environnement ; plus précisément, sur des pratiques telles que la rotation des cultures, l'absence d'intervention humaine, la production limitée ou nulle de déchets et la réduction des productions énergétiques, entre autres. En conséquence, on observe une optimisation de l'utilisation des ressources naturelles, une intensification des processus biologiques dans le sol et une amélioration des cycles de la biomasse, des nutriments, du carbone et de l'eau (EIP-AGRI, 2020). Lorsque l'agro-écologie est associée à des méthodologies scientifiques et à des innovations technologiques, cela peut contribuer à "développer des systèmes agricoles plus durables et plus résistants qui combinent



des rendements stables avec une biodiversité et un service écosystémique accru" (EIP-AGRI, 2020, p.3). En outre, le mélange des deux domaines peut accroître l'efficacité de l'agriculture grâce à un contrôle automatisé, ainsi qu'empêcher l'utilisation de pesticides et de produits chimiques et en retour réduire les coûts, ce qui peut améliorer le prix des denrées alimentaires, la qualité des produits et l'impact sur l'écosystème naturel.

1.2 Le Projet "Green STEAM "

Compte tenu de la faible participation des jeunes dans les entreprises agroalimentaires et du besoin permanent d'innovation dans le domaine de l'agriculture et de l'élevage, notre consortium de partenaires de Chypre, du Portugal et de Belgique a créé le projet financé par Erasmus+ "L'Incubateur Green STEAM ", dans le cadre duquel le présent manuel est rédigé. L'objectif de "L'Incubateur Green STEAM" est de relancer le lien entre les jeunes et le secteur agricole en mettant à niveau les réalités contemporaines avec les pratiques actuelles, par la diffusion de méthodologies STEM (Science, Technologie, Ingénierie, Mathématiques).

En particulier, le projet "L'Incubateur Green STEAM" vise à impliquer les jeunes (18-35 ans), afin d'étudier les frontières communes de STEAM et de l'entrepreneuriat, en identifiant les façons dont les connaissances orientées STEM peuvent être utilisées sur la voie de l'amélioration de l'agriculture, de l'ingénierie environnementale et de l'innovation sociale. Simultanément, le projet vise à créer un terrain fertile pour la promotion d'une culture d'entreprises sociales, d'agrobusiness et de start-ups, capables d'utiliser les récentes innovations technologiques. Cela sera réalisé par la création d'activités de collaboration entre les agrobusiness et les organisations de jeunes, par des méthodologies ludiques dans les activités environnementales axées sur les STEM qui concernent la permaculture, l'agriculture biologique et l'éducation environnementale, ainsi que par la conception et la fourniture de modules pour les laboratoires de jeunes (incubateurs) de "microcontrôleurs" et de "modélisation 3D", où les jeunes acquerront des connaissances sur la manière de concevoir et de promouvoir des solutions de haute technologie pour les communautés durables, qui proviennent du secteur des STEM.



1.3 Objectifs et Structures de l'IO1: Le Manuel de "L'Incubateur Green STEAM"

À cette fin, la première étape consisterait à créer un cadre qui rapprocherait les jeunes des exploitations agricoles et les encouragerait à comprendre leur mode de fonctionnement. Cela se fera sous la forme d'activités de collaboration entre les organisations de jeunesse/les jeunes travailleurs et les acteurs agricoles, qui introduiront les jeunes à la vie de l'agrobusiness, à des concepts tels que l'éducation environnementale, la permaculture et les équipements technologiques utilisés.

Toutefois, avant de concevoir ces activités, qui seront incluses dans le chapitre 4 du manuel, les partenaires du projet ont mené des entretiens avec des agro-entrepreneurs à Chypre, en Belgique et au Portugal. Les objectifs étaient de discuter avec des praticiens du domaine agricole et de rassembler des informations sur leurs opérations, leurs collaborations et leurs besoins actuels, notamment en termes d'équipements technologiques et liés aux STEM. Dans le chapitre suivant, nous présenterons une compilation des résultats des entretiens et identifierons les besoins essentiels des agriculteurs dans les 3 pays du projet.

Dans le chapitre 3 du manuel, nous examinerons en détail pourquoi il est important pour les organisations de jeunesse et les jeunes de développer des collaborations avec le secteur agricole. Enfin et surtout, nous analyserons en profondeur les principaux termes qui relèvent du programme STEM, ainsi que le concept de "Design Thinking Model" et la manière dont ils peuvent être appliqués à la notion d'agriculture.

Dans la dernière et cinquième partie du manuel, nous fournirons une bibliothèque en ligne de support utile et de ressources supplémentaires ainsi que les commentaires des participants, qui sont issus de la mise en œuvre des activités pour les jeunes dans les entreprises agricoles.



CHAPITRE 2

UN APERÇU DES ENTREPRISES AGRICOLES (BELGIQUE, CHYPRE, ET PORTUGAL)

2.1 Présentation des cas d'études

D'après notre expérience, la façon la plus éclairée de saisir et d'identifier les besoins permanents d'un groupe de personnes est d'entrer en contact direct avec elles, de préférence sur leur lieu d'opération. Ainsi, afin d'établir les besoins des agro-entrepreneurs en termes d'équipements technologiques verts en Belgique, à Chypre et au Portugal, les partenaires du projet ont mené des entretiens avec une ou plusieurs exploitations agricoles travaillant avec des méthodes agro-écologiques. En fonction des restrictions de mouvement dues à COVID-19 dans chaque pays à l'époque, certains des entretiens ont eu lieu par le biais de questionnaires en ligne, d'autres par des réunions virtuelles et un dans une ferme.

Le partenaire belge, Logopsycom, a interviewé la ferme biologique "La Ferme Bio du Petit Sart" ("Homepage", s.d. a), qui a été fondée en 2014 avec la Fondation Generations.bio et est située à Grez-Doiceau (Province du Brabant Wallon). Outre l'élevage de vaches limousines, la gestion de grandes cultures biologiques et le jardinage de légumes rares ou oubliés, l'agrobusiness est également ouvert aux visiteurs. Ainsi, elle propose un large éventail d'activités éducatives, culturelles et de sensibilisation, telles que des ateliers de jardinage biologique, des cours de cuisine, des conférences et des projections de films sur le développement durable. (Op Der Beek, 18 mai 2020, interview en ligne).

Le partenaire demandeur de Chypre, CIP Citizens in Power, a visité la ferme biologique Riverland Dairy à Kambia, Nicosie, pour une discussion avec le propriétaire et le président de l'Association chypriote des agriculteurs biologiques ("Riverland Bio Farm", s.d). Alors qu'au départ, l'entreprise était une ferme d'élevage d'ovins et de caprins, visant à produire des produits laitiers, des légumes et des herbes biologiques, elle s'est progressivement transformée en un lieu accueillant pour les visiteurs, et est actuellement entièrement accessible au public. Parmi les activités disponibles (interactifs, en intérieur et en extérieur) destinées aux enfants,



mais aussi aux visiteurs de tous âges, figurent des séminaires éducatifs sur les modes de vie et l'agriculture saines, biologiques et durables, des activités à la ferme comme la promenade des animaux pour le pâturage, des activités sportives dans la vallée environnante, des possibilités de camping et des festivals agricoles annuels. L'entreprise fonctionne sur la base des principes de la permaculture, comme la réutilisation de tous les déchets, de l'eau, l'utilisation de sources d'énergie renouvelables et l'émission d'une empreinte CO2 nulle, de manière à préserver l'environnement et à exercer un impact limité sur lui. (Kyprianou, 8 mai 2020, entretien personnel).



Figure 2 - ferme biologique fluviale



Figure 3 - ferme biologique fluviale



Figure 4 - ferme biologique fluviale

Le deuxième partenaire de Chypre, le Centre pour l'innovation sociale (CSI) a approché la "ferme Ygea", qui est située à Mathiatis, Nicosie ("Home", s.d). Le nom est dérivé de la combinaison du mot en grec ancien pour la terre (gaia/gaea) et du mot en grec moderne pour la santé (ygeia) (Konstantinides 12 mai 2020, interview en ligne). L'entreprise de bio-agriculture a été créée selon des pratiques agricoles

durables et est respectueuse de l'environnement. Les propriétaires de la ferme ont pour objectif de contribuer à la conservation de la nature, à la production de produits de haute qualité et d'inciter les jeunes à suivre le mode de vie et de travail qu'ils promeuvent. L'exploitation s'occupe plus particulièrement des cultures, ainsi que de la production de poulets biologiques, d'œufs biologiques, d'huile d'olive biologique et de miel biologique. Même si, pour l'instant, elle n'est pas ouverte au public, il est prévu de la rendre accessible aux visiteurs dans l'avenir.

Le quatrième membre du consortium, le CEPROF du Portugal, a réalisé trois entretiens avec des acteurs agricoles locaux, à savoir Agriplanet, Terracrua Design et Cultibaga. Tous trois se concentrent sur la production et sur la fourniture de services aux autres acteurs du secteur agricole.

La première entreprise, Agriplanet est située à Mogadouro, Bragança, et se concentre sur la fourniture de solutions agricoles durables et de services de formation dans la région ("Home", s.d.). Leurs services comprennent notamment la plantation de vignes et de divers arbres fruitiers, la réalisation d'analyses de sol, la préparation des terres à l'aide d'équipements de pointe, ainsi que la consultation d'autres agriculteurs pour l'utilisation de méthodes plus respectueuses de l'environnement et plus rentables (Patrão, 8 mai 2020, interview en ligne).

La deuxième entreprise portugaise interviewée, Terracrua Design, est située à Odemira, Beja, et se spécialise dans la planification régénérative, les systèmes de pâturage holistiques, les approches de permaculture et la conception de design Keyline ("Home", s.d.). Son public cible étant les entrepreneurs agricoles dans les domaines de l'écologie et de la régénération, Terracrua Design offre des services de conseil, de conception et de planification structurelle pour les exploitations et les domaines sur la base de cartes et de relevés topographiques. Elle coordonne également la mise en œuvre, l'entretien, le suivi et la gestion des projets qui lui sont confiés (Mamede Santos, 4 mai 2020, interview en ligne). Tout cela est réalisé selon les méthodologies de la permaculture, car, comme l'explique le fondateur de l'entreprise : "Concrètement, la permaculture est une sorte d'idée ou de philosophie, quelque peu conceptuelle, reposant sur trois principes éthiques : prendre soin de la terre, prendre soin des personnes et partager les ressources, dans le but de travailler



tous dans les différents secteurs de l'activité humaine. [...] Nous essayons de concilier l'ingénierie avec l'architecture, avec le paysagisme, toujours sur ces trois piliers qui sont nos principes éthiques". (Mamede Santos, s.d.).

La dernière entreprise interviewée, Cultibaga, est située à Santa Maria da Feira, Aveiro et se concentre sur la culture de petits fruits, avec un accent sur la production de myrtilles avec le soutien des innovations technologiques modernes ("Cultibaga - Cultivo de Mirtilos Lda", s.d.). Malgré le fait que l'entreprise ne soit pas ouverte aux visiteurs, c'est une chose qu'ils aimeraient envisager pour l'avenir, car ils accueillent déjà des stagiaires des cours pour jeunes agriculteurs (Nunes, 30 avril 2020, interview en ligne).

2.2 Comparaison des données des entreprises agroalimentaires: différences et similitudes

Comme vous avez pu le constater dans la présentation des acteurs interrogée, si, d'une part, chacune des six entreprises est unique dans sa structure et son fonctionnement, d'autre part, des analogies peuvent être établies en ce qui concerne leur relation avec le public, leur vision du développement durable et écologique et les principes qui les façonnent. Par exemple, le public cible et le champ d'activité des entreprises varient considérablement. Le public cible varie principalement des experts dans le même domaine et d'autres agriculteurs (Cultibaga, Agriplanet) à une approche plus large pour le grand public (Ygea Farm, Terracrua Design), les enfants, les familles et les acteurs de l'éducation (Riverland Dairy Bio Farm) ou même une combinaison des deux (La Ferme Bio du Petit Sart). En ce qui concerne le champ d'action, nous avons des exemples comme Cultibaga, Ygea Farm et Terracrua Design, qui sont actifs dans la production de biens et la fourniture de services agricoles, tandis que d'autres comme Riverland Dairy Bio Farm, La ferme du Petit Sart et Agriplanet combinent ce qui précède avec l'offre d'activités éducatives.

En même temps, l'un des points communs est que, même si tous les exemples d'agrobusiness ne sont pas ouverts aux visiteurs, toutes les personnes interrogées ont exprimé leur intérêt de s'étendre dans ce domaine par le biais de collaborations avec des organisations de jeunesse. Cela pourrait signifier un changement dans la relation traditionnelle entre les producteurs et les clients, en ce sens qu'elle est

devenue plus directe, les consommateurs souhaitant avoir l'expérience du travail à la ferme et les entrepreneurs étant disposés à offrir cette possibilité. En outre, les six entreprises travaillent en utilisant des méthodes durables et écologiques, en ayant intégré ces approches à tous les niveaux de production et en promouvant ces valeurs auprès de leurs visiteurs. En fait, lorsqu'il a été demandé quelles valeurs et compétences rencontrées dans une ferme elles aimeraient inculquer à leurs visiteurs, la plupart des personnes interrogées ont mentionné une combinaison entre l'enseignement de l'importance d'aborder l'agriculture de manière durable et consciente ainsi que la conservation de la nature et le respect des animaux, et l'acquisition d'une formation de première main dans une ferme.

Un autre résultat intéressant ressorti des entretiens concerne la manière dont les entreprises atteignent leur public cible et communiquent sur leur travail. Bien que quelques entreprises agricoles utilisent des dépliants et du matériel imprimé, la majorité d'entre elles mènent aujourd'hui leurs activités de diffusion par l'intermédiaire de leurs réseaux sociaux et/ou du site web de l'entreprise, car ces méthodes rendent leurs activités plus visibles à un public plus large. Ceci est donc révélateur de l'influence de la technologie sur tous les aspects d'une entreprise agricole et de la nécessité pour le secteur agricole de s'adapter aux évolutions contemporaines.

Néanmoins, le département marketing d'une entreprise agricole n'est pas celui où la technologie est la plus riche et la plus importante. C'est plutôt le département de la production qui l'est, les six entreprises ayant mentionné l'utilisation d'une sorte d'équipement technologique dans leurs opérations quotidiennes. L'équipement utilisé est en partie spécialisé en fonction des besoins et des activités de chaque entreprise. Par exemple, Riverland Dairy Bio Farm et Ygea Farm, les deux seules des six entreprises agroalimentaires à produire des œufs biologiques, utilisent une machine pour peser, identifier la taille et emballer les œufs. Dans l'ensemble, cependant, la plupart d'entre elles utilisent un équipement standardisé afin de réduire le travail manuel, de rendre leurs opérations quotidiennes plus efficaces et leur production plus écologique. Il s'agit notamment de machines de terrassement et de machines agricoles, comme les tracteurs et les moissonneuses, de stations météorologiques qui enregistrent la vitesse du vent et la température, entre autres, d'un système d'irrigation, d'un système d'enregistrement des données permettant d'enregistrer les informations ci-dessus, ainsi que des logiciels et du matériel informatique nécessaires,



de stations GPS et d'équipements de conservation de l'énergie et de l'eau, comme des réservoirs d'eau ou des panneaux photovoltaïques. En outre, pour la surveillance du bétail, les agriculteurs ont tendance à utiliser une machine de distribution d'aliments et des micropuces.

2.3 Identification des besoins des agrobusiness

En plus de demander à ces entreprises quelles innovations technologiques elles ont déjà intégrées dans leurs activités quotidiennes, nous leur avons également demandé quels autres outils pourraient faciliter leur travail et le rendre plus efficace, plus écologique et plus rentable. Certains des besoins ont été mentionnés de manière récurrente, tandis que d'autres étaient plus spécifiques, en fonction du domaine de spécialisation de chaque entreprise.

Par exemple, la nécessité d'un kit de surveillance des sols a été évoquée par au moins deux partenaires, car un tel outil leur permettrait de suivre la qualité du sol et ses besoins en eau et en nutriments, ce qui peut être bénéfique pour la qualité des aliments et la conservation d'énergie.

Un autre problème qui a été soulevé est celui de l'irrigation. Alors que deux entreprises ont évoqué la nécessité et l'utilité d'un système d'irrigation automatique pouvant également être commandé à distance, une troisième personne interrogée a souligné l'importance de la conservation de l'eau et les avantages potentiels d'une exploitation consciente des sources d'eau naturelles environnantes par rapport aux coûts et aux dommages environnementaux causés par le forage. Néanmoins, en soulignant les dépenses d'une telle entreprise, il a proposé que des projets comme celui-ci soient soutenus et financés par l'État et/ou des institutions supranationales.

Un troisième outil qui pourrait faciliter la tâche des agro-entrepreneurs serait l'installation d'une sorte d'équipement vidéo pour surveiller les installations, les cultures et les animaux. Il pourrait s'agir de caméras installées dans les étables (pour surveiller les naissances par exemple), de drones survolant les champs pour surveiller les cultures ou de caméras pièges, équipées de capteurs pour suivre la présence d'insectes spécifiques.

Deux autres éléments essentiels, qui sont directement liés à l'utilisation et à l'élimination ou aux ressources d'une entreprise agricole, étaient tout d'abord des



innovations en termes d'économie d'énergie et de conservation d'énergie qui pouvaient rendre une entreprise agricole autonome, comme des fenêtres à triple vitrage, un système d'ombrage automatique, des panneaux solaires thermiques ; et deuxièmement, des machines qui réutilisent les déchets en engrais organique, comme une machine à composter pour accélérer le processus de compostage et un distributeur de composés du sol pour faciliter la distribution d'engrais dans les champs.

D'autres besoins plus spécifiques qui ont été discutés concernent les outils concernant le bétail, comme un système de surveillance du processus de traite, ou des outils d'aide aux visites publiques, comme une plateforme d'enregistrement et de consignation des données et des écrans (tactiles) installés dans les hangars pour faciliter les visites guidées et le transfert de connaissances. Dans cette optique, la nécessité de concevoir et de développer une plateforme en ligne pour la diffusion de matériel pédagogique a été soulignée par l'un des agro-entrepreneurs comme un outil utile pour structurer et promouvoir leurs activités ouvertes au public.

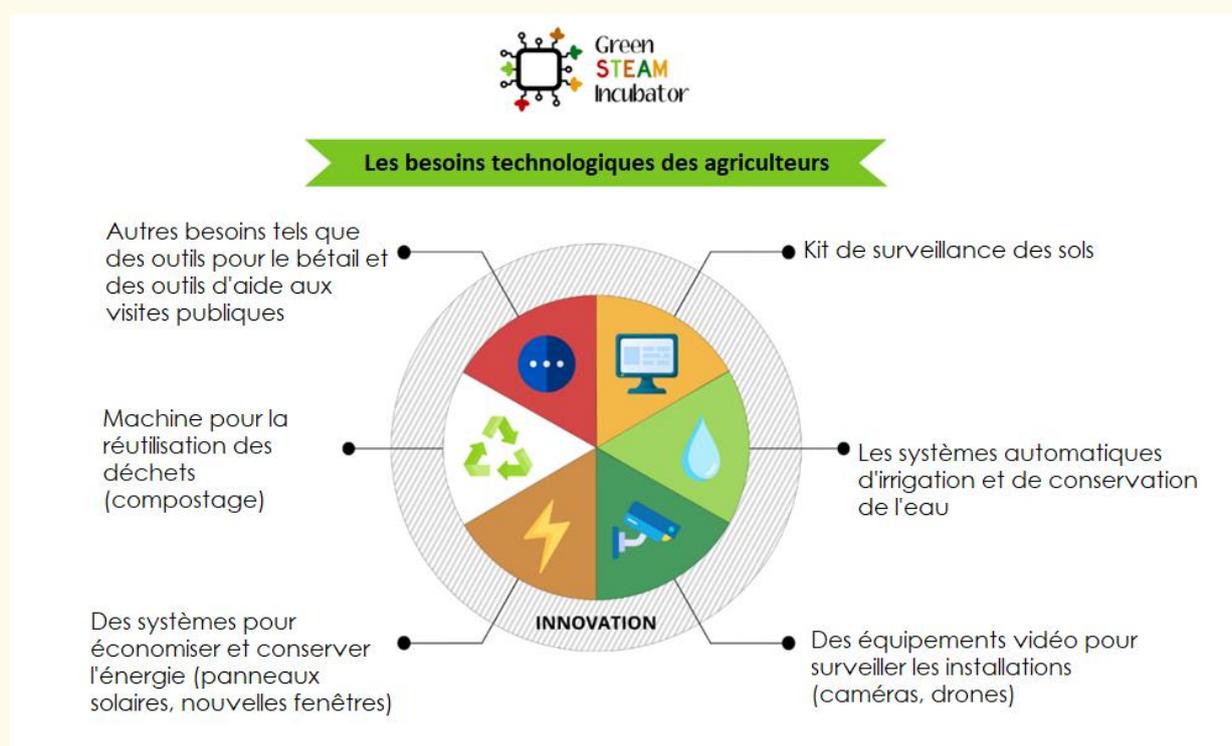


Figure 5 - résumé des besoins technologiques des entreprises agroalimentaires interrogées

Une conclusion qui pourrait être tirée de ce qui précède est que les agro-entrepreneurs apprécient l'incorporation des innovations technologiques dans le secteur agricole, au point qu'ils en dépendent même pour atteindre leurs normes de production et de qualité actuelles. En même temps, le revenu relativement faible des

agriculteurs par rapport au coût des équipements modernes, combiné à un soutien gouvernemental limité pour des solutions plus respectueuses de l'environnement, comme l'ont exprimé certaines personnes interrogées, peut les empêcher d'investir dans de telles entreprises. Comme l'a souligné M. Konstantinides, le propriétaire de Ygea Farm, "les nouvelles machines sont toujours utiles, mais maintenant toutes les machines sont très compliquées et [entraînent] des coûts énormes". (Konstantinides, 12 mai 2020, interview en ligne).

Après avoir identifié les besoins fondamentaux des six entreprises agricoles, notre objectif, à travers le projet "L'Incubateur Green STEAM", est de faciliter la mise en évidence de ces besoins par les entreprises, d'éduquer les jeunes à leur sujet en leur offrant le savoir-faire technique nécessaire pour y répondre et même d'entreprendre la création de certains équipements par nous-mêmes à un stade ultérieur du projet. Mais tout d'abord, examinons un peu plus en profondeur pourquoi le développement de collaborations entre les organisations de jeunesse, les jeunes et les entreprises agricoles est d'une importance cruciale pour l'avenir de l'humanité en analysant certains des défis auxquels les agriculteurs sont confrontés aujourd'hui, ainsi que le lien entre le secteur agricole et les autres.



CHAPITRE 3

DEVELOPPER LES COLLABORATIONS ENTRE LES ORGANISATIONS DE JEUNESSE ET LES ENTREPRISES AGROALIMENTAIRE

3.1 La nécessité de développer des cartes de collaboration

Défis pour les jeunes agriculteurs

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre 1, selon les données d'Eurostat en 2016, seulement 11 % de l'ensemble des exploitations agricoles de l'UE sont gérées par des agriculteurs de moins de 40 ans (Eurostat, 2018a). Cela indique qu'encourager davantage de jeunes à envisager leur future carrière dans l'agriculture et l'entreprise agricole est un défi important.

Afin de mieux cerner les besoins des jeunes agriculteurs en 2015, l'UE a mené une enquête auprès de plus de 2 000 agriculteurs de moins de 40 ans (Eurostat, 2018a). Les résultats de l'enquête ont montré que le groupe est confronté à de nombreux défis au début de son parcours professionnel.

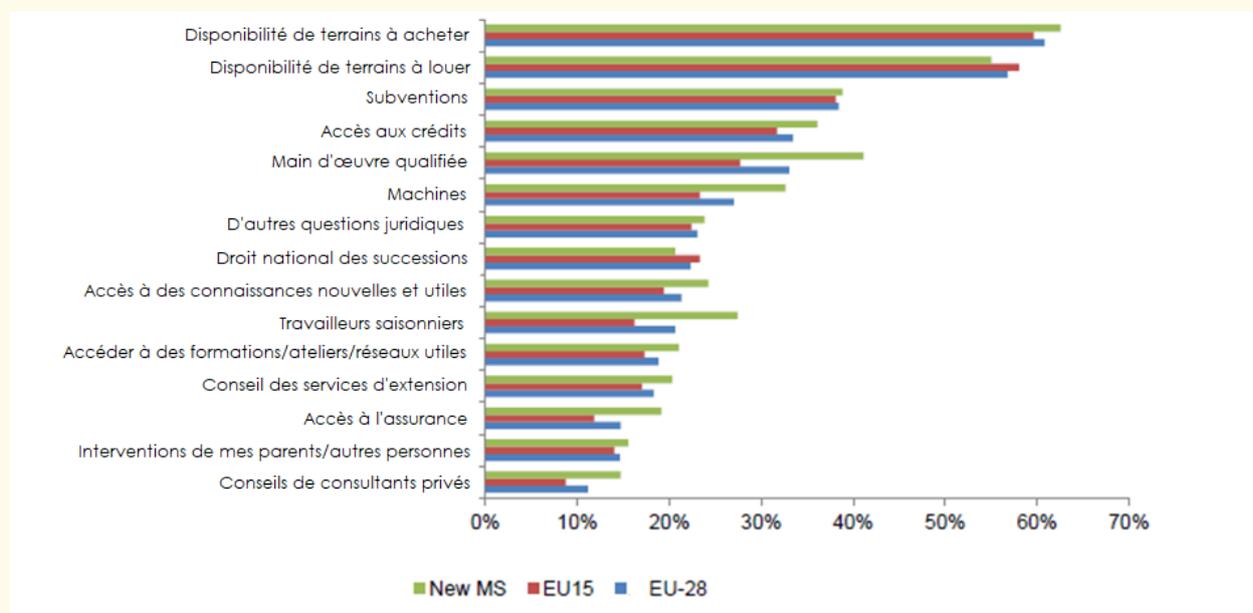


Figure 6 – Besoin généraux des jeunes agriculteurs dans l'UE (Ecorys et al., 2015, p.13)

Après leurs études, les diplômés en agronomie n'ont généralement pas beaucoup d'argent pour obtenir des terres, des machines, des technologies, des bons de commande ou les éléments nutritifs nécessaires. Ils n'ont pas non plus la crédibilité

nécessaire pour obtenir un prêt bancaire. Comme le montrent les conclusions ci-dessus, les besoins les plus essentiels des agriculteurs sont la qualité de la main-d'œuvre, les machines, l'accès à des connaissances nouvelles et utiles, ainsi que l'accès à des formations, des ateliers et des réseaux. Comme le montre le graphique ci-dessous, entre 2005 et 2013, la proportion d'agriculteurs ayant une formation de base ou complète a augmenté dans les deux groupes d'âge, mais en termes généraux, 62 % des plus jeunes agriculteurs n'ont encore qu'une expérience pratique.

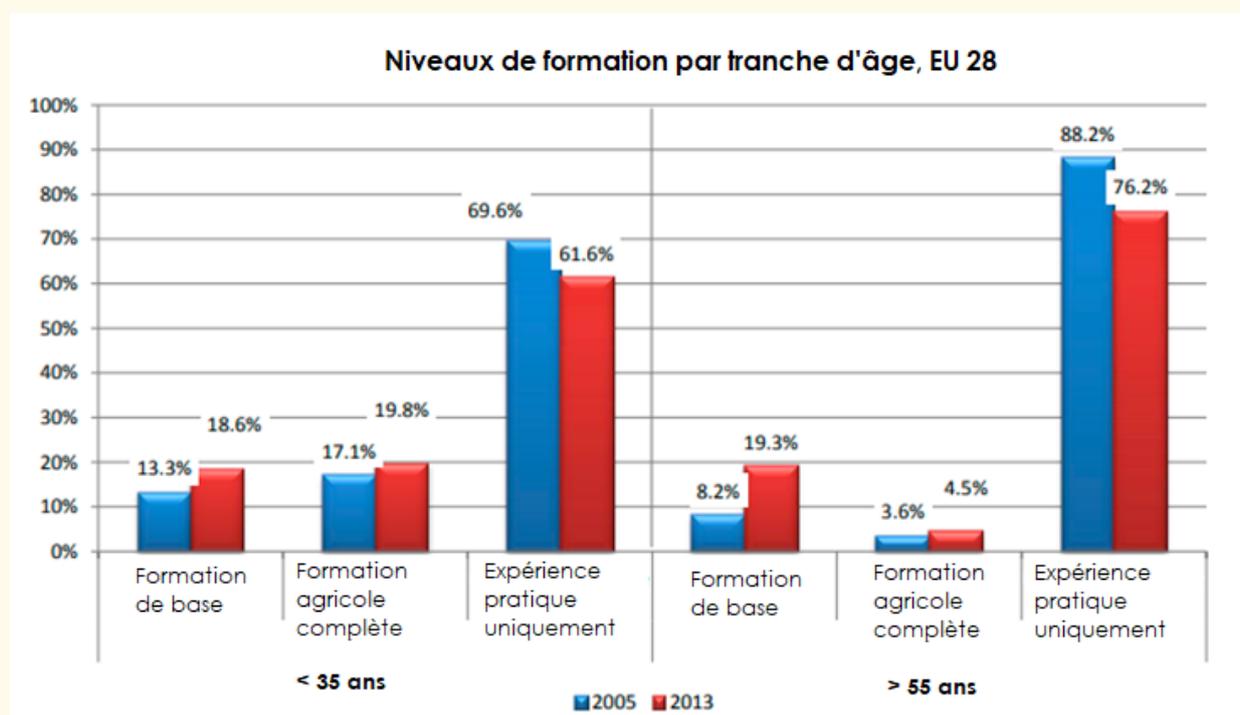


Figure 7 – Niveau de formation par tranche d'âge, EU-28 (Unité Économie agricole : DG Agriculture et développement rural, 2017, p.7)

En effet, pour préparer la prochaine génération d'agriculteurs à relever les défis du XXI^e siècle, tels que le changement climatique, la pénurie alimentaire, la gestion des déchets et la distribution de l'eau, il est nécessaire de disposer de matériel pédagogique qui puisse aider la jeune génération d'agriculteurs. Le projet de l'Incubateur Green STEAM, ayant détecté certaines des lacunes du domaine agricole en Europe, aspire à combler certaines de ces lacunes.

Ensemble nous sommes solidaires, divisés, nous tombons.

Alors que la population mondiale continue d'augmenter parallèlement à l'exploration des ressources naturelles, le secteur agricole a de plus en plus la responsabilité de répondre à la demande d'approvisionnement alimentaire. La réalisation de cet objectif est une responsabilité partagée par tous, c'est pourquoi l'évolution vers une collaboration et des solutions intersectorielles est inévitable. Comme la célèbre phrase "aucun homme n'est une île" souligne l'idée que les êtres humains ont besoin de faire partie d'une communauté, afin de s'épanouir, l'isolement n'apporte aucun bien.

L'innovation agricole peut être stimulée en réunissant des groupes de personnes très divers, en offrant un espace pour partager des expériences, échanger les meilleures pratiques et discuter des problèmes auxquels chacun est confronté. Même si nous vivons à une époque où Internet est l'une des principales sources d'information pour les jeunes agriculteurs, rien ne peut remplacer une expérience pratique. Comme le montrent les données de l'enquête européenne susmentionnée, plus de 70 % des jeunes agriculteurs interrogés citent les visites d'exploitations, les foires, les ateliers et les cours comme principale source de connaissances.

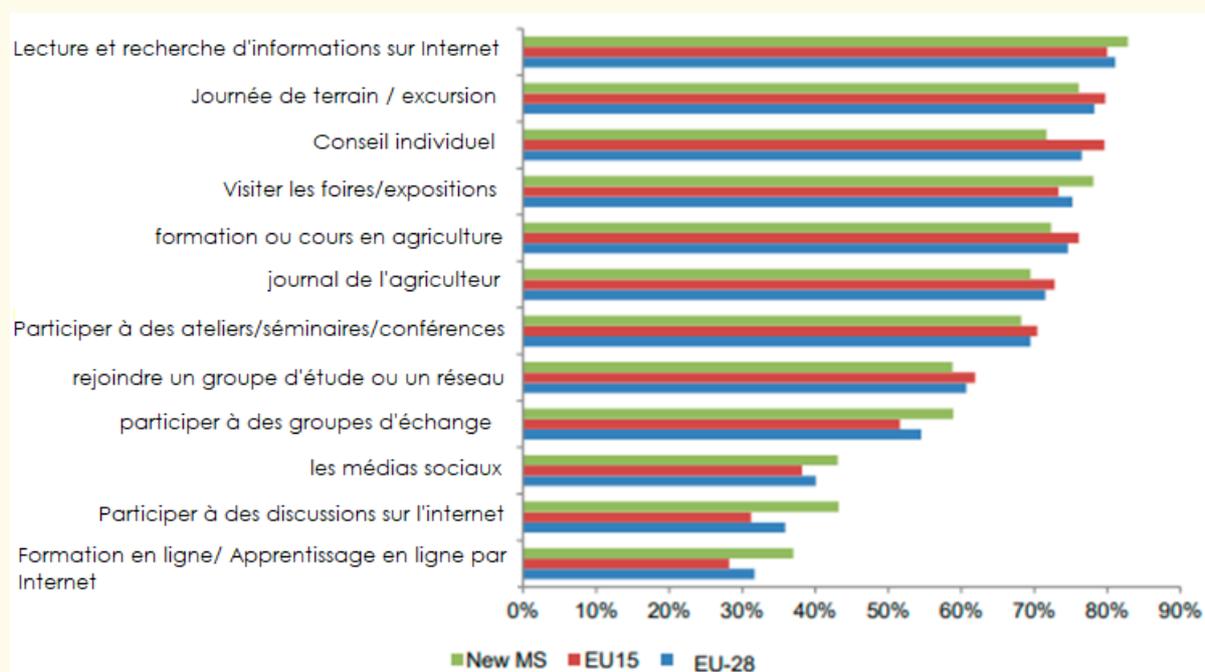


Figure 8 - Pourcentage de jeunes agriculteurs interrogés utilisant les connaissances ci-dessous

(Ecorys et al., 2015, p. 19)

L'établissement d'un cadre et l'apport d'une inspiration sur la manière de créer des affiliations de collaboration entre les organisations de jeunesse, les acteurs concernés et les agrobusiness sont au cœur des objectifs du projet Green STEAM. En concevant et en fournissant des modules pour les "microcontrôleurs" et la "modélisation 3D", les partenaires des laboratoires de jeunesse (incubateurs) permettront aux participants d'acquérir des connaissances sur la manière de concevoir et de promouvoir des solutions de haute technologie pour les communautés durables.

L'un des objectifs de la Politique Agricole Commune (PAC) de la Commission Européenne étant d'accroître la compétitivité en stimulant la productivité, cette fusion entre la technologie et l'agriculture aide les agriculteurs à maximiser leur production, tout en minimisant les coûts et la fuite des ressources (Commission européenne, s.d.). Ces nouveaux défis apportent de nouvelles opportunités et offrent un espace d'interaction entre les jeunes agriculteurs, les scientifiques, les producteurs et les experts en technologie, permettant ainsi le développement de solutions innovantes pour répondre aux besoins pratiques.

3.2 Le curriculum STEM

Après avoir présenté le contexte dans lequel le projet a été développé et la nécessité du projet, il est temps de détailler les concepts clés sur lesquels se base l'incubateur Green STEAM !

Qu'est-ce que l'éducation STEM?

Avant tout, STEM est un acronyme qui signifie "Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques". Il concerne l'ensemble de ces domaines, ainsi que les compétences et connaissances, qui sont largement recherchées sur la scène professionnelle.

Au sens académique, STEM peut également désigner l'approche interdisciplinaire combinée de toutes ces disciplines par le biais d'un programme d'études interconnecté basé sur des applications du monde réel. L'enseignement des STEM est donc l'approche qui combine tous ces domaines académiques, à savoir les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques, en un apprentissage cohérent et interconnecté.



Alors que la demande de domaines STEM ne cesse de croître sur le plan professionnel, les étudiants ont de plus en plus tendance à tourner le dos à ces matières à l'école depuis de nombreuses années. De récentes études PISA (OCDE, 2018) ont montré que le système éducatif de l'UE est encore insuffisant dans le domaine des STEM. Les élèves européens qui ont de mauvais résultats en mathématiques représentent 22,4 %, alors que ceux qui ont de mauvais résultats en sciences représentent 21,6 %. En conséquence, un jeune sur cinq en Europe n'a pas les compétences de base nécessaires pour occuper de nombreux emplois de valeur dans notre économie actuelle. Malgré le fait que seuls 4 pays de l'UE en sciences et 3 pays en mathématiques (dont la Finlande, qui se situe juste au niveau de référence) ont des résultats inférieurs au niveau de référence de 15 % fixé par l'UE, le problème d'atteindre un niveau de base en STEM est toujours d'une importance critique et transnationale. Des phrases telles que "Je ne suis pas bon en maths" ou "nous n'utiliserons jamais rien de tout cela, nous avons Google" deviennent courantes dans les salles de classe.

Différentes raisons sont invoquées pour expliquer ce phénomène. La complexité accrue des sujets STEM et les standards plus élevés exigés à un plus jeune âge peuvent en faire partie, mais plusieurs universitaires, comme le Pr Kouider Ben-Naoum, affirment que le problème réside dans l'absence de contextualisation de ces sujets et dans l'approche académique qui est actuellement principalement compartimentée et basée sur la théorie. Une indication de cela est la soudaine diminution de l'intérêt pour les sujets STEM qui se produit habituellement au lycée, lorsque les sujets gagnent en complexité, deviennent encore plus abstraits et perdent en applications concrètes démontrées en classe. En réaction à cette baisse d'intérêt, les gouvernements et les institutions européennes ont décidé de lancer des initiatives pour stimuler l'enseignement des STEM, tant au niveau européen que national. Voici quelques exemples :

STEM Alliance rassemble les industries, les ministères de l'éducation et les acteurs de l'éducation afin d'inspirer la prochaine génération



Figure 9 - Logo de Stem Alliance
(page d'accueil, n.d. b)



de chercheurs et de professionnels de l'industrie dans le domaine des STEM.

Scientix est un réseau européen pour les personnes travaillant dans le domaine de l'éducation scientifique, qui aide à créer un flux d'informations sur tous les nouveaux développements qui ont lieu dans le domaine des STEM et fournit une base de données de ressources.



Figure 10 - Logo de Scientix
(Homepage, n.d. c)

Ces initiatives s'appuient sur l'approche STEM combinée qui vise à interconnecter les différents domaines, afin d'accroître le contexte et de stimuler l'intérêt pour les sujets en montrant l'applicabilité de différents sujets dans d'autres domaines et dans des situations du monde réel.

Pourquoi l'éducation STEM est si importante?

Dans un monde où les progrès scientifiques sont toujours plus rapides et où la technologie, les sciences, l'ingénierie et les mathématiques occupent une place si importante dans les carrières actuelles, il existe un besoin croissant de main-d'œuvre qualifiée dans le domaine des STEM. On prévoit environ 7 millions d'offres d'emploi jusqu'en 2025 (étude de la commission EMPL, 2015). Cependant, la diminution de l'intérêt pour les STEM entraîne le découragement des étudiants et l'échec de ceux qui suivent un programme d'études orienté vers les STEM dans l'enseignement supérieur, comme le montrent les résultats du PISA mentionnés précédemment. L'enseignement des STEM est important, non seulement pour stimuler les étudiants dans les carrières STEM, mais aussi pour permettre un style d'enseignement intégratif qui favorise en fait un large éventail de compétences telles que:

- Résolution de problèmes
- Créativité
- Analyse critique
- Travail d'équipe

- Réflexion indépendante
- Initiative
- Communication
- Culture numérique

ainsi que la pensée critique, les capacités d'enquête, les pratiques scientifiques, les capacités d'argumentation, les capacités de modélisation, le raisonnement critique et d'ordre supérieur, les dispositions critiques et autres.

Comme la plupart des apprentissages sont aujourd'hui basés sur la recherche, les élèves sont beaucoup plus à même de résoudre les problèmes de la vie, de penser différemment et d'avoir une vue d'ensemble. L'enseignement des STEM vise un apprentissage actif bien plus que l'apprentissage passif. De nombreux documents universitaires et rapports mondiaux, tels que le rapport "Mathematics Education in Europe : Common Challenges and National Policies" du réseau Eurydice (2011), soulignent l'importance de la motivation et de l'engagement de l'apprenant. Par exemple, un architecte aura besoin quotidiennement des sciences, des mathématiques, de la technologie et de l'ingénierie pour créer des bâtiments durables. L'approche combinée de l'enseignement des STEM permet de montrer aux étudiants que toutes ces disciplines ne sont pas des choses séparées, mais qu'elles se complètent et se soutiennent mutuellement dans de nombreuses situations de la vie réelle.

Enfin, l'enseignement des STEM vise à encourager les étudiants qui sont plus enclins à se décourager dans la poursuite d'une carrière STEM, comme ceux qui viennent d'un milieu économique défavorisé ou les étudiants souffrant de troubles spécifiques de l'apprentissage. Il existe également un grand nombre d'initiatives visant à motiver les femmes à rejoindre l'industrie des STEM. Comme le montrent



les données d'Eurostat (2019), en 2017, sur les 17,6 millions de scientifiques et d'ingénieurs dans l'UE, 59 % étaient des hommes et 41 % des femmes.



Figure 11 - scientifiques et ingénieurs dans l'UE (Eurostat, 2019b)

Comment le programme STEM est-il lié à l'agriculture?

Le domaine de l'agriculture permet une multitude de liens entre le programme STEM. Selon l'Oxford Languages Dictionary, l'agriculture est "la science ou la pratique de l'agriculture, y compris la culture du sol pour la production de récoltes et l'élevage d'animaux pour fournir de la nourriture, de la laine et d'autres produits". (cité dans Education WA, 2019). Mais quel est le lien avec les STEM ? Allons discipline par discipline et voyons comment tous les sujets STEM se recoupent avec l'agriculture.

Science

La science est une discipline qui regroupe plusieurs sous-disciplines, telles que la physique, la chimie, la biologie, la nutrition entre autres. Ici, la discipline qui sera abordée en premier est la biologie, c'est-à-dire l'étude des organismes vivants (Science Direct, 2019). L'agriculture est essentiellement la science de la culture des plantes et de l'élevage des animaux, avec la vision de produire des plantes et des animaux comestibles ou utilisables par l'homme dans plusieurs domaines ; par exemple, la nutrition mais aussi la pharmacie, la parfumerie, le domaine de l'énergie, les cosmétiques, ou même simplement la construction (bois).

- **Biologie** est essentiel pour comprendre la manière dont les organismes visés évoluent, leurs besoins et leur processus de production.

- **Chimie** est l'étude de la matière et de sa composition, qui est également nécessaire en agriculture à la fois pour maximiser sa production et pour comprendre les processus vivants de base, tels que la photosynthèse pour les plantes, le compostage et la composition du sol.
- **Physique**, l'étude de la matière, du mouvement et de l'énergie, interviendra également en cartographiant les champs et en connaissant les facteurs de gravité et la dynamique de l'eau, afin d'avoir la meilleure efficacité dans la culture des plantes ou l'installation d'un système agricole.

Technologie:

Aujourd'hui, chaque domaine a ses propres besoins technologiques, l'agriculture n'en fait pas exception. La machinerie est l'une des clés de la production de masse dont nous avons besoin en termes d'alimentation, en raison de la surpopulation planétaire. En outre, la technologie est aujourd'hui utilisée pour surveiller les champs et, dans la recherche, pour trouver des plantes plus résistantes et plus productives. Certaines plantes font même l'objet d'une ingénierie ou d'une rétro-ingénierie, soit pour créer une variété, soit pour redonner vie à une ancienne variété.

Ingénierie:

Comme indiqué plus haut, les plantes peuvent faire l'objet d'une ingénierie ou d'une rétro-ingénierie, mais ce n'est pas tout. L'ingénierie est utile dans la chaîne de production et dans la mise en place de la structure du système agricole. Il existe une branche particulière de l'agriculture appelée ingénierie agricole qui traite de "la conception des machines agricoles, la conception du drainage agricole, la gestion des sols et le contrôle de l'érosion, l'approvisionnement en eau et l'irrigation, l'électrification rurale et la transformation des produits agricoles (Webster, 2020). Elle utilise tous les aspects de la physique et les conçoit en systèmes agricoles complexes qui sont pensés dans un souci d'efficacité.

Mathématique:

Non seulement les mathématiques sont utiles à d'autres disciplines, mais elles peuvent aussi être nécessaires dans le contexte de l'agriculture. En effet, les mathématiques sont nécessaires même dans des cas simples, comme le calcul de la superficie d'une parcelle de terre que vous avez l'intention de planter. En outre, les



mathématiques sont nécessaires chaque fois que l'on doit effectuer des calculs de production, qu'il s'agisse des besoins d'arrosage par mètre carré, des besoins en engrais par mètre carré, du temps et des ressources nécessaires par kilo de produit, etc. Les mathématiques entrent également en jeu dans toutes les disciplines précédentes ; les sciences, la technologie et l'ingénierie aussi bien de multiples façons.

Toutes ces disciplines sont amenées dans le domaine de l'agriculture et sont très ancrées dans des applications concrètes. L'agriculture nous permet à la fois d'approfondir les applications concrètes des STIM, mais aussi de toucher aux concepts de durabilité et de sensibilisation au climat, et de démontrer la nécessité d'une réflexion et d'une résolution des problèmes hors des sentiers battus.

Le domaine de l'agriculture est un terrain de jeu idéal pour comprendre l'interconnectivité des sujets STEM et leur importance dans la société actuelle. Plongeons plus profondément dans les principaux concepts qui peuvent permettre cette corrélation.



SCIENCE

Conservation de l'environnement et durabilité

L'objectif de la conservation de l'environnement est de préserver le fragile écosystème dans lequel nous vivons de la pollution, de la dégradation et de l'extinction des espèces (Ramanik P., Sharma D.K., Maity A., 2014). Les raisons qui sous-tendent la fusion de la conservation de l'environnement et de la durabilité sont la conservation des ressources naturelles et le développement de sources d'énergie alternatives plus efficaces et plus protectrices. Le développement durable encourage les projets qui peuvent réduire les impacts (environnementaux, financiers), mais il est parfois plus difficile de maintenir l'équilibre. Aujourd'hui, le problème le plus grave est que l'industrialisation croissante de notre société compromet la plupart des efforts de durabilité environnementale (Conservez l'avenir énergétique, 2020).

Avec la prise de conscience croissante des dommages environnementaux causés par la culture intensive, le monde universitaire s'accorde à dire que l'agriculture écologique devrait être une priorité. Des solutions agricoles plus écologiques et durables sont fortement recommandées pour prévenir les dommages futurs. **Les cinq principales pratiques agricoles durables et écologiques sont les suivantes:**

- Permaculture
- Aquaponie and hydroponique
- L'utilisation des ressources énergétiques renouvelables
- Rotation des cultures et polycultures
- Planter des arbres pour augmenter le rendement des cultures

Pour prévenir l'inévitable pénurie d'eau, une gestion plus efficace de l'eau en pratiquant le labour de conservation, le désherbage régulier et la construction de barrières végétales et de barrages en terre (Socratic, 2018). Les arbres, les buissons et les haies devraient également être replantés autour des champs. La topographie doit être prise en considération, afin de profiter de la répartition naturelle des terres.

Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, les femmes représentent 43 % de la main-d'œuvre agricole (FAO, 2020), mais en raison de leur accès limité aux outils, aux terres et aux services, elles produisent moins par unité de terre que les hommes. Il est donc crucial d'investir dans leur formation et leur soutien.



Les réformateurs politiques doivent prendre en compte les connaissances et les solutions proposées par les personnes travaillant quotidiennement dans l'agriculture. Parfois, le mode de vie en constante évolution que nous avons tendance à avoir, devrait être ralenti pour laisser la place à des pratiques plus anciennes et plus respectueuses de l'environnement. En optant pour des techniques respectueuses de l'environnement, les ressources naturelles pourraient être protégées à long terme.

Ressources énergétiques renouvelables

Dans les zones urbaines et rurales, ainsi que dans les pays en développement et industrialisés, l'utilisation des énergies renouvelables est devenue de plus en plus importante. Partout dans le monde, la nécessité d'un développement énergétique durable se fait de plus en plus sentir. Cela doit être une priorité, en particulier au vu des effets négatifs sur l'environnement de l'utilisation des combustibles fossiles.

(EDF Energy, s.d.)

Toutes les ressources énergétiques renouvelables ne sont pas intrinsèquement propres. Néanmoins, l'utilisation des ressources énergétiques renouvelables peut presque certainement fournir un système énergétique plus propre et plus durable. La petite taille des équipements nécessaires réduit souvent le temps entre la conception initiale et l'exploitation, ce qui permet une plus grande adaptabilité pour répondre aux changements imprévisibles de la demande énergétique. Les sources d'énergie renouvelables peuvent être réalisées en fonction du climat du pays dans lequel il est prévu de les mettre en œuvre. Par exemple, à Chypre, l'énergie solaire est adaptée au développement énergétique durable.

Les sources d'énergie renouvelables les plus populaires actuellement sont (WikiHow, 2020):

- Énergie solaire
- L'énergie éolienne
- L'énergie hydraulique
- Énergie de la biomasse
- Énergie géothermique

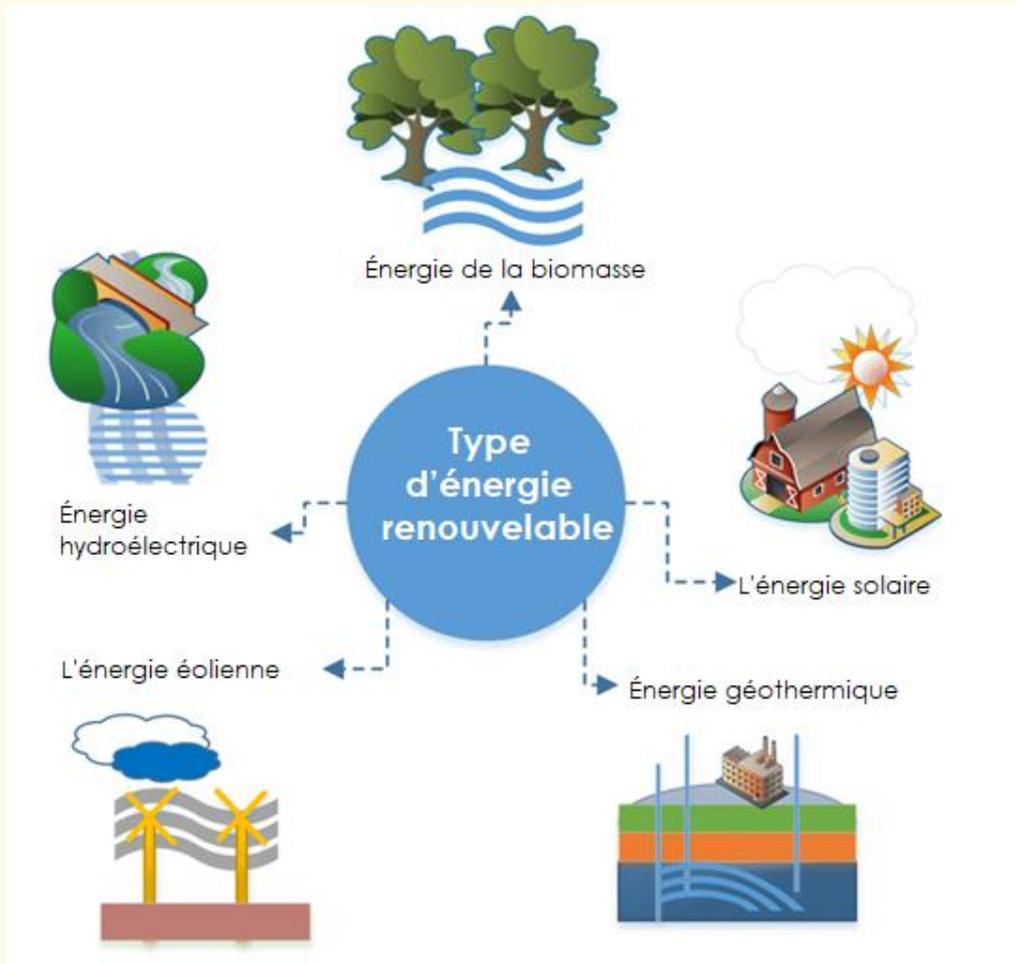


Figure 12 - types de ressources énergétiques renouvelables (Avrat et al., 2019)

L'agriculture durable implique l'utilisation de sources d'énergie alternatives (Duval, 2017). Des panneaux solaires peuvent être utilisés pour faire fonctionner les systèmes de pompage et de chauffage. En outre, l'énergie hydroélectrique provenant de l'eau des rivières peut être utilisée pour diverses machines agricoles. L'introduction d'énergies renouvelables dans le processus agricole peut permettre d'obtenir de meilleurs résultats et de réduire l'impact sur l'environnement tout en maintenant des coûts de production peu élevés.

Système de Keyline

Dans les années 1950, l'agriculteur et ingénieur australien P. A. Yeomans a inventé et développé le design Keyline à travers plusieurs œuvres littéraires. Il a décrit un système d'amplification des contours de la terre pour contrôler le ruissellement des pluies et permettre une irrigation rapide sans avoir besoin de terrasser. (Médias possibles, 2015)

Cette technique d'aménagement paysager consiste donc à optimiser l'utilisation des ressources en eau d'une parcelle en utilisant des caractéristiques topographiques naturelles et des dispositions techniques d'écoulement à travers des lignes de démarcation.

Des barrages d'irrigation peuvent être créés et équipés de systèmes de tuyaux pour permettre l'irrigation par gravité, l'eau de réserve et l'eau de cour. Des canaux en terre gradués peuvent être reliés entre eux pour élargir les zones de captage des barrages en hauteur, conserver la hauteur de l'eau et transférer le ruissellement des précipitations vers les sites de hauts barrages les plus efficaces. Les routes suivent à la fois les crêtes et les canaux d'eau pour faciliter les déplacements à travers les terres. (Crkeyline, s.d.)

David Holmgren a utilisé le concept de Yeoman pour créer ses propres principes pour la permaculture et la conception d'établissements humains durables et de fermes biologiques. ("Permaculture", 2020)

La gestion clé de l'eau a le potentiel d'améliorer l'efficacité de l'eau de tout système de production. Les applications peuvent comprendre ("Keyline system", 2020):

- l'élevage en pâturage et l'herboristerie
- aménagement agro-forestier et forestier
- aménagement du verger
- sylopastoralisme
- plan de culture des allées
- la production végétale annuelle
- restauration écologique
- planification et gestion des bassins versants
- l'urbanisme (nouveaux développements)

Les techniques d'arrachage du sous-sol et d'agroforesterie ont été appliquées dans tous les grands écosystèmes. Elles ont été appliquées à de nombreux producteurs différents.

Voici quelques exemples parmi tant d'autres : En Australie, il existe un aménagement agroforestier 'Keyline'. En Suède, il existe une ferme inspirée de la ligne de démarcation (Ridgedale Permaculture, s.d.). L'arrachage du sous-sol de

Keyline a lieu chaque année dans le cadre d'un système de gestion de l'eau dans le Wisconsin, aux États-Unis. Une ferme inspirée de Keyline à Oaxaca, au Mexique, intègre des plantes vivaces, des cultures commerciales annuelles et des animaux.



Figure 13 - L'arrachage du sous-sol de keyline a lieu chaque année dans le cadre d'un système de gestion de l'eau (Ckeyline, n.d.)

L'agriculture biologique et l'élevage biologique

L'agriculture biologique est une méthode agricole qui vise à fournir des aliments en utilisant des substances et des processus naturels (FAO, 2018). Cela suggère que l'agriculture biologique a tendance à avoir un impact environnemental limité, car elle encourage:

- l'utilisation responsable de l'énergie et des ressources naturelles,
- le maintien de la biodiversité,
- la préservation des équilibres écologiques régionaux,
- l'amélioration de la fertilité des sols,
- le maintien de la qualité de l'eau.

En outre, les règles de l'agriculture biologique préconisent un niveau élevé de bien-être animal et exigent des agriculteurs qu'ils répondent aux besoins comportementaux spécifiques des animaux.



Figure 14 - Secteur biologique dans l'Union Européenne (Commission Européenne, 2018a)

Les règlements de l'Union Européenne sur l'agriculture biologique sont conçus pour fournir une structure claire pour la production de produits biologiques dans toute l'UE. Il s'agit de répondre à la demande des consommateurs pour des produits biologiques fiables, tout en offrant un marché équitable aux producteurs, aux distributeurs et aux négociants. (HortDaily, 2019)

Différents modes de production ont été mis en place par les agriculteurs, soucieux du bien-être de leur famille et de l'économie agricole actuelle. L'agriculture biologique est un moyen de renforcer la sécurité alimentaire et de réduire les coûts. De plus en plus d'agriculteurs autosuffisants utilisent des canaux directs pour distribuer des produits biologiques et non biologiques aux consommateurs.

Permaculture et différences avec l'agriculture biologique

Alors que l'agriculture biologique encourage l'utilisation des engrais naturels, de sorte que les déchets des plantes se transforment en nourriture (engrais) pour d'autres, la permaculture n'utilise pas seulement des pratiques agricoles biologiques, mais va plus loin. Il s'agit d'un ensemble de pratiques qui créent un mode de vie ayant un impact moindre sur l'environnement.

La permaculture est une méthode de production alimentaire qui vise à imiter la nature et applique des principes naturels, tels que la conservation des sols et de l'eau, moins de labours et des modes de plantation plus complexes. Laisser les légumes et les plantes pousser dans un système ressemblant aux écosystèmes naturels, conçu pour réduire le gaspillage des ressources et augmenter l'efficacité de la production, fait de la permaculture un véritable atout pour la future technique agricole. La permaculture permet également de réintégrer les déchets du consommateur dans le cycle de production et d'apporter les aliments directement dans les zones les plus proches, évitant ainsi le gaspillage d'énergie dans le processus de transport. (Vision de la permaculture, 2018)

Les pratiques courantes de la permaculture sont les suivantes:

- **Agroforesterie** - système de contrôle des terres dans lequel des arbres ou des arbustes sont cultivés autour ou parmi des champs de culture ou des pâturages.
- **Hügelkultur** - une méthode horticole consistant à planter des monticules de copeaux de bois en décomposition et d'autres matières végétales compostables sous forme de biomasse pour former un lit surélevé.
- **Construction naturelle** - utiliser une gamme de systèmes et de matériaux de construction qui mettent l'accent sur la durabilité.
- **Récupération de l'eau de pluie** - la collecte et le stockage de la pluie, plutôt que de la laisser s'écouler.
- **Paillage de feuilles** - une méthode de compostage à froid qui tente d'imiter le processus naturel de formation des sols dans la nature.
- **Pâturage** - une pratique agricole qui permet au bétail de consommer la végétation à l'extérieur pour transformer l'herbe et d'autres fourrages en produits animaux, souvent sur des terres impropres aux cultures.
- **Design Keyline** - une technique d'aménagement paysager consistant à maximiser l'utilisation bénéfique des ressources en eau d'une parcelle de terrain.
- **Gestion des arbres fruitiers**

- **Permaculture marine** - une forme d'agriculture qui recrée l'habitat des forêts d'algues et d'autres écosystèmes dans les environnements océaniques proches du rivage et au large.

Biodiversité

La biodiversité est la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces, entre espèces et des écosystèmes (Convention sur la diversité biologique, 2004).

Cette variabilité biologique permanente permet aux organismes vivants de s'adapter aux variations des conditions écologiques ou des relations avec d'autres organismes. Les processus de sélection naturelle permettent la survie et la reproduction des individus les plus adaptés à l'environnement.

La biodiversité joue un rôle important dans les fonctions des écosystèmes qui fournissent des services de soutien, d'approvisionnement et de régulation (par exemple, les nutriments, le cycle de l'eau, la formation des sols, la résistance, la pollinisation, la régulation du climat, ainsi que la lutte contre les parasites et la pollution). L'extinction locale ou fonctionnelle, ou la réduction des populations au point qu'elles ne contribuent plus au fonctionnement des écosystèmes, peut avoir des conséquences dramatiques sur les services écosystémiques (Commission européenne, 2018b).

Conservation d'habitat

La conservation des habitats est la pratique consistant à protéger, à restaurer les habitats et à prévenir l'extinction, la fragmentation ou la réduction de la distribution des espèces. C'est une priorité pour de nombreux groupes actifs dans la protection de l'environnement dans le monde entier, et le maintien de la biodiversité est une question clé dans la conservation des habitats. Cela soulève à son tour la question de la sécurité alimentaire mondiale. Il est prouvé que l'érosion des ressources génétiques des plantes et des animaux agricoles s'accélère et que la similitude génétique des plantes et des animaux agricoles s'accroît, ce qui signifie un risque croissant de perte de nourriture en cas d'épidémies majeures (Green Facts, 2020). Les principales



organisations de conservation actuellement en activité sont les suivantes The Nature Conservancy, World Wildlife Fund (WWF), Rare Conservation, et d'autres organisations. Certaines des solutions proposées par ces organisations pour maintenir la diversité végétale à des fins de sécurité alimentaire sont une combinaison de banques de semences et de conservation des habitats.

Pour aider les agriculteurs à comprendre les enjeux et à rendre le concept applicable à leurs exploitations, certaines organisations européennes ont pris en main de donner des services de conseil en matière de conservation à la ferme, basés sur le partenariat et l'apprentissage mutuel. L'agriculteur et l'équipe de conseillers entrent en dialogue et procèdent à une analyse de la situation de l'ensemble de l'exploitation et du paysage environnant.

Parmi les solutions à envisager, on peut citer l'utilisation de certaines prairies riches en espèces pour l'élevage du bétail ; une gestion plus efficace des terres avec des modèles de pâturage durable et le respect de la biodiversité et des écosystèmes de certaines zones (par exemple, les insectes, les mammifères, les fleurs) ; et la création de labels qui encouragent ces initiatives et incitent les consommateurs à agir dans leur consommation. ("Conservation des habitats", 2020).

TECHNOLOGIE

Comme nous l'avons analysé ci-dessus, l'agriculture est d'une extrême importance pour la vie des êtres humains, puisqu'elle est l'une des principales sources de nourriture et de matières premières. L'agriculture a connu de nombreux changements au fil des ans. Aujourd'hui, elle est à l'ère de la révolution technologique et numérique. Les progrès technologiques dans l'agriculture ont permis de contourner les difficultés existantes que pose le manque de main-d'œuvre et, en même temps, ont permis d'augmenter la productivité (Gondchawan & Kawitkan, 2016) (Jawad et al., 2017).

Ces dernières années, l'approche humaine à l'agriculture a été l'une des causes principales de la pollution de l'eau et de l'érosion des sols, particulièrement due à l'utilisation de pesticides et d'engrais chimiques. Par conséquent, l'un des défis majeurs de l'agriculture est l'utilisation durable des ressources. En d'autres termes, la production agricole doit produire les bonnes quantités, au bon moment et avec une utilisation de ressources contrôlées et appropriées à chaque culture, comme la quantité d'eau nécessaire pour éviter le gaspillage. Afin d'atteindre les objectifs de durabilité et de préservation de l'environnement, l'agriculture a dû recourir à la technologie (Gondchawan & Kawitkan, 2016) (Jawad et al., 2017).

L'agriculture de précision utilise les dernières technologies pour surveiller et agir sur les cultures afin d'obtenir des solutions aux problèmes suivants : réduire l'utilisation de pesticides et d'engrais chimiques; réduire l'empreinte écologique; augmenter la quantité et la qualité de la production; réduire les coûts de production; et assurer l'information sur les cultures (Gondchawan & Kawitkan, 2016) (Jawad et al., 2017).

Pour atteindre les objectifs décrits ci-dessus, nous utilisons des **systèmes de réseaux sans fil** - à savoir les **systèmes d'information géographique** (SIG) et le **système de positionnement mondial** (GPS) -, des technologies d'automatisation et **d'Internet des objets** (IdO), des microcontrôleurs et la modélisation tridimensionnelle.

Le SIG est une application qui permet d'associer des concepts comme l'information spatiale à l'information alphanumérique (Tristany & Coelho, 2003). En agriculture, les SIG sont de plus en plus utilisés pour la planification et la gestion à deux niveaux différents : régional et agricole. Ils peuvent être utilisés pour des tâches telles que la gestion des périmètres d'irrigation, les cartes du potentiel agricole, les études et les projets de lotissement et de gestion agricole (AJAP/Agri-Ciência, 2004). Leur



utilisation est cruciale, car la plupart des technologies qui servent de base à ces systèmes ont besoin d'informations géoréférencées, et elles sont capables de stocker, d'analyser et de présenter des informations (AJAP/Agri-Ciência, 2004). En fait, c'est l'intégration des SIG avec d'autres technologies, comme le GPS, qui permet de créer une structure de données complexe, qui renforce la plupart des systèmes technologiques appliqués à l'agriculture.

Le GPS est un système de positionnement utilisé pour déterminer l'emplacement d'un objet à la surface de la Terre ou dans l'air. Il est utilisé en agriculture car il a pour fonction de déterminer la variabilité spatiale d'une culture (AJAP/Agri-Ciência, 2004), par exemple. Le GPS est divisé en deux composantes distinctes : un système de satellites et un récepteur de signaux chez l'utilisateur (AJAP/Agri-Ciência, 2004).

L'IdO est défini par l'Internet Society comme "l'étendue de la connectivité du réseau et de la puissance de calcul pour les objets, dispositifs, capteurs et autres artefacts qui ne sont pas normalement considérés comme des ordinateurs" (Centro Nacional de Cibersegurança PORTUGAL, 2017). L'IdO "comprend tous les dispositifs et objets qui peuvent être connectés en permanence à l'internet, être capables de s'identifier sur le réseau et de communiquer entre eux" (Centro Nacional de Cibersegurança PORTUGAL, 2017).

En plus des technologies mentionnées dans le paragraphe précédent, les **microcontrôleurs** et la **modélisation tridimensionnelle** sont des outils importants pour l'agriculture d'aujourd'hui, car ils aident à l'automatisation et à l'impression d'outils agricoles sur mesure, et parce qu'ils constituent un élément important de la méthodologie de l'incubateur Green STEAM. Voyons en quoi ils consistent.

Un **microcontrôleur** est un ordinateur miniature, qui contient un seul circuit intégré avec un noyau de processeur, une mémoire et des périphériques d'entrée et de sortie programmables. La mémoire de programmation peut être de type RAM, NOR flash ou ROM, et est souvent incluse sur la puce. Les microcontrôleurs sont largement utilisés dans les équipements technologiques pour la surveillance des conditions météorologiques, par exemple.

D'autre part, la **modélisation 3D** consiste en la représentation mathématique d'un objet, qui peut être vivant ou inanimé, grâce à un logiciel spécialisé. En agriculture, la modélisation tridimensionnelle est utilisée dans la reconstruction des plantes en 3D,



permettant de comprendre les caractéristiques des plantes, de détecter les maladies, d'évaluer la qualité de la culture et de différencier les mauvaises herbes des plantes (Centro Nacional de Cibersegurança PORTUGAL, 2017).

L'agriculture de précision est basée sur l'analyse de l'environnement de culture, à l'aide de capteurs de température, d'humidité et de conductivité, entre autres. Ceux-ci sont utilisés afin d'obtenir des informations sur les variables des différents sites de culture. Après avoir rassemblé toutes les informations, l'agriculteur peut décider des mesures à prendre, c'est-à-dire comprendre les besoins réels des cultures et agir en conséquence, comme par exemple augmenter ou diminuer l'arrosage des cultures, et appliquer des engrais en fonction des éléments nutritifs manquants dans le sol. Agir en fonction des besoins des cultures permet d'utiliser les ressources de manière durable et d'éviter l'utilisation superflue des ressources (Gondchawan & Kawitkan, 2016) (Jawad et al., 2017).

Dans les pages suivantes, nous analyserons l'importance et la manière dont la technologie est utilisée dans l'agriculture et l'élevage, notamment grâce à des outils innovants comme la surveillance des températures et des conditions météorologiques, la surveillance des sols, les systèmes d'enregistrement des données (logiciels), les machines de terrassement et agricoles, les machines de compostage et de distribution des sols, les systèmes d'irrigation automatique, les systèmes de collecte de l'énergie et de l'eau ainsi que les outils d'élevage.

Contrôle de la température et de la météo

Tout d'abord, nous analyserons l'importance des conditions météorologiques pour les cultures. Des conditions météorologiques adaptées à une culture permettent à celle-ci de se développer de manière saine et avec des performances attendues. Pour le développement d'une plante, il est primordial que la température ambiante ne soit pas trop différente de la température de la racine de la plante. Dans le cas contraire, la plante s'affaiblit et une chute partielle ou même totale des feuilles peut se produire. En d'autres termes, la surveillance de la température permet de comprendre les besoins thermiques des cultures pour se développer correctement, tant en termes de qualité que de quantité. Il existe différents types d'équipements pour surveiller la température (Novais, 2015).



Il y a le simple moniteur numérique, qui est généralement équipé d'un capteur à réponse rapide, capable d'assurer la conformité avec les systèmes d'assurance qualité et d'efficacité énergétique. La lecture à travers ce type de capteur se stabilise rapidement après son insertion. Le moniteur de température possède des capteurs à réponse rapide, qui peuvent générer des lectures rapidement, une gamme de capteurs alternatifs, qui permet la création d'un système de surveillance complet et, enfin, un connecteur de couplage, qui a pour fonction d'empêcher une déconnexion accidentelle pendant l'utilisation.

Un autre équipement pour la surveillance sans fil de la température est un système appelé Barn Owl pour le stockage des récoltes. Ce système a la particularité de ne pas nécessiter l'installation d'un logiciel, puisqu'il s'agit d'un système basé sur le web. Les émetteurs radio sans fil sont connectés aux capteurs et aucune mesure manuelle de la température n'est nécessaire, le système permet d'enregistrer les températures et offre la possibilité de leur lecture respective en ligne. Un autre avantage de ce système est qu'il permet le contrôle indépendant des ventilateurs, ce qui permet de réaliser de plus grandes économies d'énergie.

Comme mentionné précédemment, les conditions météorologiques ont une influence majeure sur la productivité et la qualité des cultures. L'outil le plus utilisé pour analyser ces conditions est la station météorologique, qui est un équipement permettant de surveiller et de caractériser les conditions climatiques. Les conditions météorologiques qui influencent le plus les cultures sont la température de l'air et du sol, le vent, l'humidité du sol, la pression atmosphérique, et les précipitations. Elles se composent de deux grandes catégories d'équipements : les capteurs et les enregistreurs centraux. Les capteurs traduisent les événements physiques en signaux électriques et électroniques et sont responsables de la quantification de plusieurs paramètres météorologiques, tels que les précipitations, l'humidité relative, la température de l'air, la vitesse et la direction du vent, le rayonnement solaire (incident et réfléchi) et la pression atmosphérique. Les stations météorologiques automatiques fonctionnent généralement avec un enregistreur central, appelé enregistreur de données, qui stocke les relevés des capteurs et peut également transmettre les données enregistrées à une plateforme ou à un navigateur web.

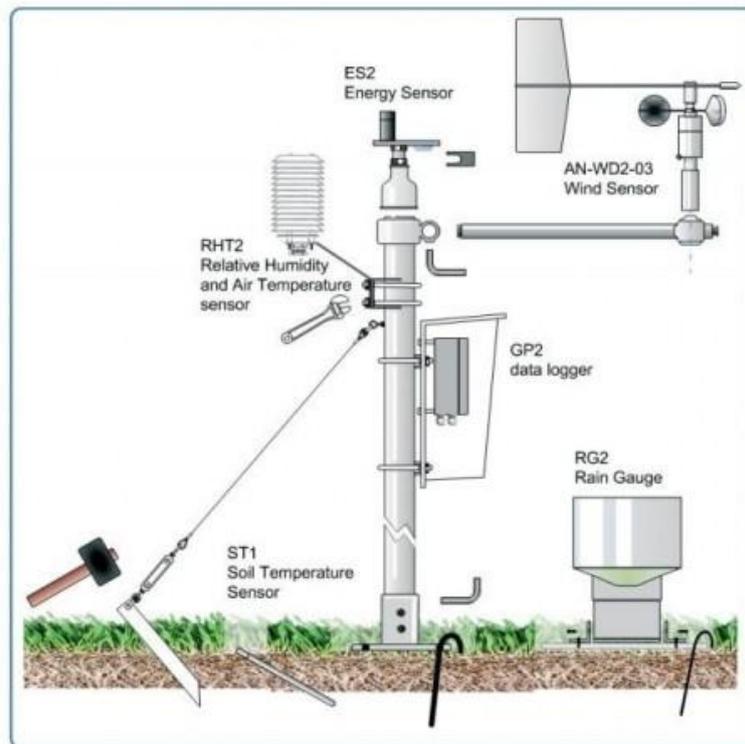


Figure 15 - WS-GP2 Système automatique perfectionné de stations météorologiques (Alphaomega Electronics, n.d.)

Les stations météorologiques sont alimentées par des piles rechargeables et/ou des panneaux solaires (Braga et al., 2011).

Les stations météorologiques, qui jouent un rôle clé dans l'agriculture actuelle, permettent d'estimer non seulement les besoins en eau des cultures, mais aussi le risque de maladies et de parasites (Braga et al, 2011).

Contrôle du sol

Outre les conditions climatiques, le sol est fondamental pour l'agriculture puisqu'il est son substrat. Les principales fonctions du sol sont d'être le milieu de germination, de soutenir les racines et d'être le moyen de dilution des nutriments. Les plantes tirent leurs nutriments des composants minéraux du sol. La bonne concentration de ces éléments nutritifs est d'une extrême importance pour le développement d'une plante (Novais, 2015).

Souvent, le sol n'est pas en mesure de fournir tous les éléments nutritifs nécessaires au développement d'une plante, ce qui entraîne une baisse de la productivité et de la qualité, et expose les plantes à un risque accru de maladies et de parasites. L'identification des besoins nutritionnels est fondamentale pour démarrer le traitement et éviter la perte de production et de qualité des aliments. Aujourd'hui, les besoins

nutritionnels des plantes peuvent être satisfaits en utilisant des engrais, qui peuvent être chimiques ou naturels. L'utilisation d'engrais en fonction des besoins nutritionnels des plantes permet une meilleure gestion des ressources et de l'environnement (Novais, 2015). Cependant, dans des pratiques comme la permaculture, les engrais ne sont pas recommandables.

Une façon de comprendre les besoins nutritionnels d'un sol est de procéder à une analyse du sol. Les analyses de sol évaluent la fertilité et le pH. La fertilité fait référence à la présence de macronutriments et de micronutriments.

Macronutriments	Micronutriments
<ul style="list-style-type: none"> • Carbone • Oxygène • Hydrogène • Azote • Potassium • Phosphore • Calcium • Magnésium • Soufre 	<ul style="list-style-type: none"> • Fer • Manganèse • Bore • Zinc • Cuivre • Molybdène • Chlore

La différence entre les macronutriments et les micronutriments n'est pas basée sur le degré d'importance, car tous les nutriments sont aussi indispensables les uns que les autres et sont tous essentiels au développement d'une plante. La différence entre les macronutriments et les micronutriments réside dans le nombre de macronutriments nécessaires au développement de la plante. En d'autres termes, les plantes ont besoin de grandes quantités de macronutriments et de plus petites quantités de micronutriments. Le pH est important à analyser car il est directement lié à la disponibilité de la plupart des nutriments (AJAP/Agri-Ciência, 2004) (Faquin, 2005).

Dans les systèmes d'agriculture de précision, il est nécessaire de connaître la variabilité spatiale des caractéristiques du sol. Il est donc crucial de prélever et d'analyser plusieurs échantillons, ce qui est essentiel pour déterminer leur emplacement précis. Il est également important d'utiliser un GPS pour déterminer l'endroit où les échantillons ont été prélevés, afin d'établir la correspondance exacte

de chaque analyse de sol. Les résultats sont utilisés pour créer des cartes de fertilité (dans le SIG) afin d'individualiser les besoins (AJAP/Agri-Ciência, 2004).

Pour les agriculteurs locaux, il existe maintenant des applications pour téléphone portable qui permettent de diagnostiquer les besoins nutritionnels des plantes, les dommages causés par les parasites et/ou les maladies à partir d'une photo de la plante. En outre, l'application fait des recommandations de traitement et d'éventuelles mesures préventives. Les suggestions de traitement peuvent être conventionnelles ou biologiques. Voici quelques exemples de ces applications, qui peuvent être gratuites ou peu coûteuses :

- Plantix: Il s'agit d'une application qui offre aux agriculteurs des conseils sur la manière de lutter contre les maladies et les parasites qui affectent leurs cultures;

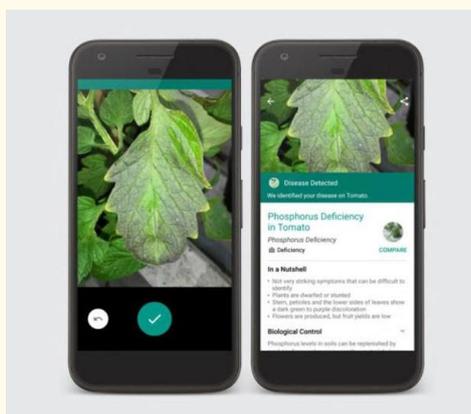


Figure 16 – Plantix Application mobile. (Fubbá, 2020)

- Meteobot: mise à jour toutes les dix minutes, cette application donne aux agriculteurs des informations en temps réel sur les conditions météorologiques et l'état des sols;
- AgriSync: cette application permet de mettre en relation des agriculteurs et des conseillers pour résoudre tout problème, en temps réel, par vidéo.

En plus de cela, les cultures ont besoin de substrat et d'eau. L'eau est fournie aux cultures par la pluie et/ou l'irrigation. Il est également extrêmement important de comprendre les besoins en eau des plantes pour leur développement. Des besoins en eau excessifs et/ou déficitaires entraînent une diminution de la productivité et de la qualité, ce qui rend les plantes plus vulnérables aux maladies et aux parasites.

La mesure de l'humidité du sol est utilisée depuis longtemps en agriculture comme une méthode utile pour mesurer l'efficacité de l'irrigation et l'utilisation de l'eau par la plante. La surveillance de l'humidité peut être effectuée à l'aide de sondes d'humidité du sol. Ce type d'équipement permet de surveiller non seulement l'humidité du sol, mais aussi sa salinité et sa température.

Un bon exemple est celui des sondes de mesure de l'humidité du sol T_SOIL, qui disposent d'un système pouvant être configuré selon les besoins de l'agriculteur à l'aide de "capteurs capacitifs de haute précision avec plusieurs capteurs indépendants pour surveiller la teneur en humidité du sol à différentes profondeurs, tous les 10 cm, jusqu'à un maximum de 150 cm" (Agriterra, 2020, interview en ligne). Les relevés d'humidité du sol sont effectués toutes les 30 minutes et la communication entre les enregistreurs de données est établie toutes les 3 heures. "Le système peut comprendre un



Figure 17 – Station T_Soil (Agriterra, 2020)

compteur volumétrique ou un pluviomètre, selon le type de système d'irrigation (goutte à goutte ou par aspersion), qui permet de détecter les problèmes du système d'irrigation, tels que le manque d'uniformité dans les zones d'irrigation et les problèmes de pression ou les blocages" (Agriterra, 2020, interview en ligne).

La station de mesure T_SOIL intègre des capteurs d'humidité du sol (à diverses profondeurs) ainsi que des capteurs de température du sol (à diverses profondeurs). Il s'agit d'un enregistreur de données d'acquisition qui dispose d'un système de communication GPRS et d'un système d'alimentation autonome. Elle dispose d'un équipement de médiation des dotations à côté de la sonde (compteur volumétrique / pluviomètre) et donne accès au logiciel uSENS V3.0 ainsi qu'un accès continu aux données de tous les capteurs. Il permet le croisement de toutes sortes d'informations provenant des capteurs pour l'exportation vers un fichier Excel (Agriterra, 2020).

Systemes d'enregistrement des données

Les nouvelles technologies sont désormais présentes dans tous les domaines du secteur agricole, de l'analyse des sols à la surveillance efficace de la croissance des plantes à tous les stades. Fournir des recommandations précises sur le traitement des champs, aider à la documentation, montrer des cartes des terres agricoles, surveiller les risques climatiques. Toutes ces ressources sont intégrées dans un système d'enregistrement des données appelé **logiciel de gestion agricole**. Ainsi, de nos jours, aucun agriculteur professionnel ne peut se passer d'aides technologiques dans la gestion de son entreprise. Le logiciel de gestion agricole aide à la prise de décision quotidienne, à la planification et au contrôle des tâches et à la définition des stratégies organisationnelles les plus appropriées. Cet outil a permis la croissance des entreprises agricoles (AJAP/Agri-Ciência, 2004).

L'utilisation de cet outil dans la gestion agricole aide "le producteur à différents stades de production allant du contrôle de la superficie plantée, à la productivité des terres et à la planification de la récolte" (Machado, 2018). "Le logiciel de gestion facilite les tâches [...] de gestion de l'agrobusiness, en optimisant l'efficacité des processus" (Machado, 2018), comme la réduction des coûts de production, l'augmentation de la productivité et l'amélioration de la qualité des produits agricoles.

Il existe plusieurs systèmes d'enregistrement de données sur le marché ; le choix du logiciel dépend des fonctions fournies par le logiciel avec les caractéristiques souhaitées. Toutefois, certaines fonctions doivent fournir le plus d'informations possible, être accessibles à tous, être accessibles en ligne, être faciles et rapides à utiliser, permettre un travail coopératif et être rentables (AJAP/Agri-Ciência, 2004) (Machado, 2018).

Machines agricoles et de terrassement

Comme il l'a été dit plus haut, le sol joue un rôle fondamental dans le développement des plantes. Un bon sol a pour fonction de fournir de l'eau, de l'oxygène et des nutriments. Par conséquent, un sol bien préparé est fondamental pour le développement d'une culture. **Le mouvement des terres**, qui est un système de préparation du sol, permet d'atteindre certains objectifs agronomiques. Ses objectifs sont d'améliorer les propriétés physiques du sol, de favoriser la germination des semences, de promouvoir la réserve d'eau et de nutriments, de favoriser la taille et la



forme des produits adaptés, de promouvoir la santé de la culture et de favoriser un bon drainage du sol (cientistaagricola, 2018).

L'utilisation d'outils mécaniques, ou **machines agricoles**, est nécessaire pour la manutention ainsi que pour d'autres tâches agricoles. Différents types de machines agricoles sont utilisés dans l'agriculture. Les plus utilisées sont les **tracteurs, les outils de travail du sol, les cultivateurs et les repiqueuses**. Les tracteurs ont pour fonction de pousser et de tirer des équipements, à savoir des équipements qui labourent la terre. Les outils de travail du sol aident à préparer le sol pour la plantation, à éliminer les mauvaises herbes et les plantes nuisibles. Les machines à semer les plus utilisées sont appelées cultivateurs, et servent à la plantation des semences. Cette machine est généralement utilisée derrière un tracteur et a pour fonction de répartir les graines de manière régulière dans le sol en longues rangées.





Figure 18 - Machines agricoles : tracteur travaillant le sol (Acientistaagricola, 2018)



Figure 19 - Outils de travail du sol (University of Minnesota, 2018)

Machine de compostage et de distribution de terre



Figure 20 – Processus de compostage (Greenaway, n.d.)

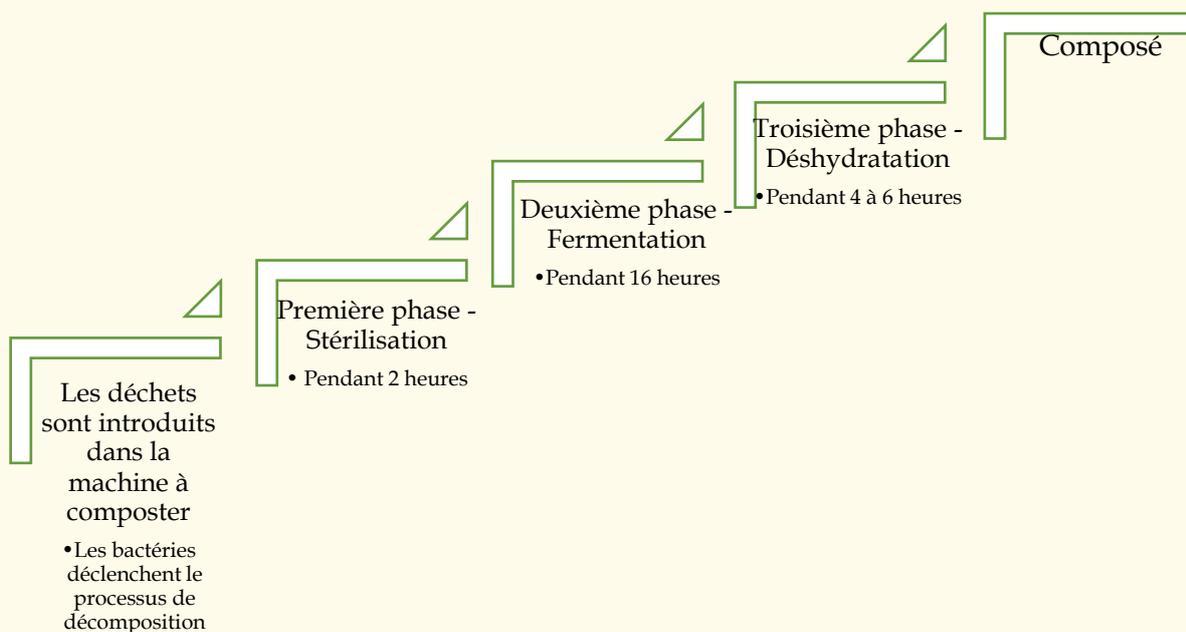
Le **compostage** est le processus biologique de transformation de la matière organique, qui peut être d'origine urbaine, domestique, industrielle, agricole ou forestière. Il peut être considéré comme un recyclage des déchets organiques. Il s'agit d'un processus naturel dans lequel des micro-organismes, tels que des champignons et des bactéries, transforment la matière organique en humus, qui est très riche en nutriments et constitue un excellent engrais (eCycle Team, s.d.).

L'humus est une matière organique stable présente dans divers types de sols (argileux, sableux, entre autres). Le scientifique Ollech a défini l'humus, en 1890, comme "toutes les substances qui se forment lors de la décomposition et de la fermentation de la matière organique d'origine végétale et animale, ou par l'action de certains agents chimiques sur cette matière organique, sous forme de composés organiques amorphes (qui n'ont pas de forme déterminée), non volatils, non gras, plus ou moins foncés". L'humus est une substance stable, il n'est pas statique mais dynamique, car il est constitué de déchets végétaux et animaux qui sont continuellement décomposés par des micro-organismes. L'humus rend les sols fertiles, fournit des nutriments aux plantes et régule les populations de micro-organismes. Il est une source de nutriments essentiels pour le développement sain des cultures, tels que le carbone, l'azote, le phosphore, le calcium, le fer, entre autres. Il empêche les substances toxiques de passer dans le sol pour atteindre les plantes,

retient l'humidité et maintient la température du sol en équilibre (Legnaioli, s.d.). L'avantage de l'utilisation de l'humus est qu'il s'agit d'un engrais naturel pour les plantes, et en même temps, il réduit la quantité de déchets qui iraient à la décharge, évitant ainsi l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (Legnaioli, s.d.).

Les **machines à composter** ont été mises au point pour faciliter ce processus, qui demande beaucoup de main-d'œuvre et nécessite beaucoup de travail. Dans les machines à composter, le processus est entièrement automatique. Pour démarrer le processus, les déchets sont introduits dans la machine à composter. Les bactéries déclenchent le processus de décomposition. Pendant les deux premières heures, une température de 90 °C est utilisée pour tuer les bactéries nocives. Ensuite, le processus de fermentation a lieu et le compost est formé.

La température doit être comprise entre 60 et 70°C pendant 16 heures. Les 4 à 6 dernières heures sont effectuées à 100°C, de sorte que le composé est déshydraté et le produit obtenu. La machine de compostage et de distribution du sol permet alors 3 types d'opérations, la stérilisation, la fermentation et l'apport de déshydratation. En outre, la vapeur de la machine passe par un système de refroidissement et devient liquide (eau distillée), ce qui fait que le produit contient plus de 80 % de matière organique.



Système d'irrigation automatique

L'eau est un élément fondamental pour le développement des plantes. Et les plantes obtiennent souvent cette eau en étant arrosées. **L'irrigation** est une technique utilisée pour appliquer de l'eau au sol en quantité appropriée. L'utilisation de techniques d'irrigation appropriées en conjonction avec diverses opérations telles que la fertilité du sol, la lutte contre les parasites et les maladies, et une fertilisation correcte, permet d'atteindre le niveau maximum de rendement des cultures. Toutefois, si les techniques d'irrigation ne sont pas utilisées correctement, elles peuvent entraîner des dépenses excessives et un gaspillage des ressources en eau (AJAP/Agri-Ciência, 2004).

Il existe plusieurs types de systèmes d'irrigation tels que l'irrigation par aspersion, l'irrigation autopropulsée, l'irrigation par micro-aspersion et l'irrigation goutte à goutte.

L'irrigation par aspersion "se caractérise par la division d'un ou de plusieurs jets d'eau en un grand nombre de petites gouttes dans l'air, qui tombent sur le sol sous forme de pluie artificielle" (BRUOF, 2017).



Figure 21 - Irrigation par aspersion (Elegant Polymers, n.d.)

L'irrigation autopropulsée "est un système d'arrosage qui consiste en un seul canon ou mini-canon et qui est monté sur un chariot, qui se déplace longitudinalement le long de la zone à irriguer" (BRUOF, 2017).



Figure 22 - Irrigation autopropulsée (Semear, 2020)

Le système de micro-aspersion "utilise des émetteurs qui libèrent des gouttelettes d'eau (sous forme de pluie) et assurent une précipitation plus régulière et plus uniforme que l'arroseur" (BRUOF, 2017).



Figure 23 - Système de micro-aspersion (Campezza, n.d.)

Dans le système d'irrigation goutte à goutte, "la perte d'eau par évaporation est réduite, ce qui permet une meilleure utilisation de l'eau, puisqu'elle est déposée directement sur les racines des plantes en formant de petits cercles ou des bandes humides" (BRUOF, 2017).



Figure 24 - Système d'irrigation goutte-à-goutte (Dream Civil, n.d.)

Les systèmes d'irrigation automatique sont dotés de régulateurs, qui sont reliés à un dispositif indiquant quand il pleut ou quand le sol est suffisamment humide, ce qui arrête l'irrigation quand elle n'est pas nécessaire. Les contrôleurs ont la particularité de disposer d'une batterie de sécurité pour les cas où la batterie est insuffisante. Dans les endroits où la disponibilité de l'eau n'est pas courante ou accessible, il est possible d'utiliser l'eau d'une citerne ou d'un puits et d'irriguer à l'aide d'une pompe (AJAP/Agri-Ciência, 2004.).

L'irrigation automatique présente plusieurs avantages pour les agriculteurs. Ces systèmes d'irrigation automatique permettent aux agriculteurs d'économiser du temps et de la main-d'œuvre et de mieux gérer les ressources en eau, tant en ce qui concerne la distribution uniforme de l'eau aux cultures que la réduction du gaspillage d'eau (AJAP/Agri-Ciência, 2004).

Les systèmes d'irrigation automatique sont étroitement liés aux capteurs d'humidité et/ou aux stations météorologiques. Les données obtenues par les capteurs d'humidité ou les stations météorologiques permettent de comprendre les besoins en eau et d'ajuster le système d'irrigation. Les agriculteurs peuvent accéder aux informations sur les besoins en eau à partir d'applications sur téléphone portable et ordinateur.

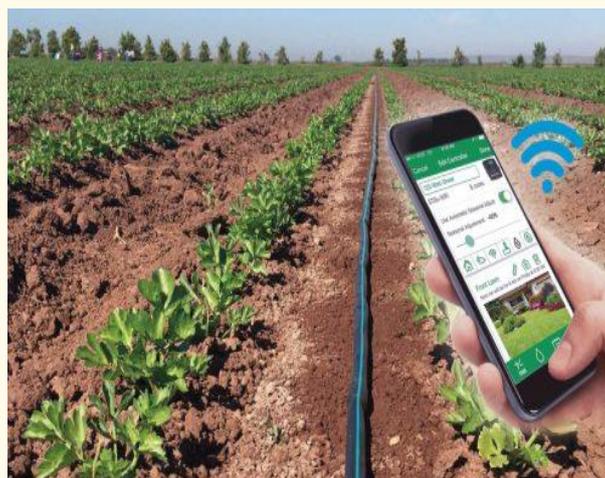


Figure 25 - Application Mobile (irritec, n.d.)

Méthodes de conservation de l'eau

L'eau est une ressource qui n'est pas infinie. Au contraire, elle est de plus en plus rare, et il est donc extrêmement important de l'utiliser de manière rationnelle et efficace.

Une des mesures utilisées pour la réutilisation de l'eau, approuvée par le Conseil de l'Union européenne (2020), concerne la réutilisation des eaux usées urbaines, correctement traitées pour l'irrigation agricole. Cependant, les eaux usées urbaines doivent répondre à des exigences minimales de réutilisation, conformément aux normes de l'Union européenne et aux normes internationales. Ces normes doivent être respectées afin de se conformer aux normes de sécurité alimentaire et de santé publique. La réutilisation des eaux usées traitées, qui peuvent contenir des nutriments tels que l'azote, le potassium, etc., peut contribuer à la récupération des nutriments du sol pendant l'irrigation (Conseil de l'Union européenne, 2020)

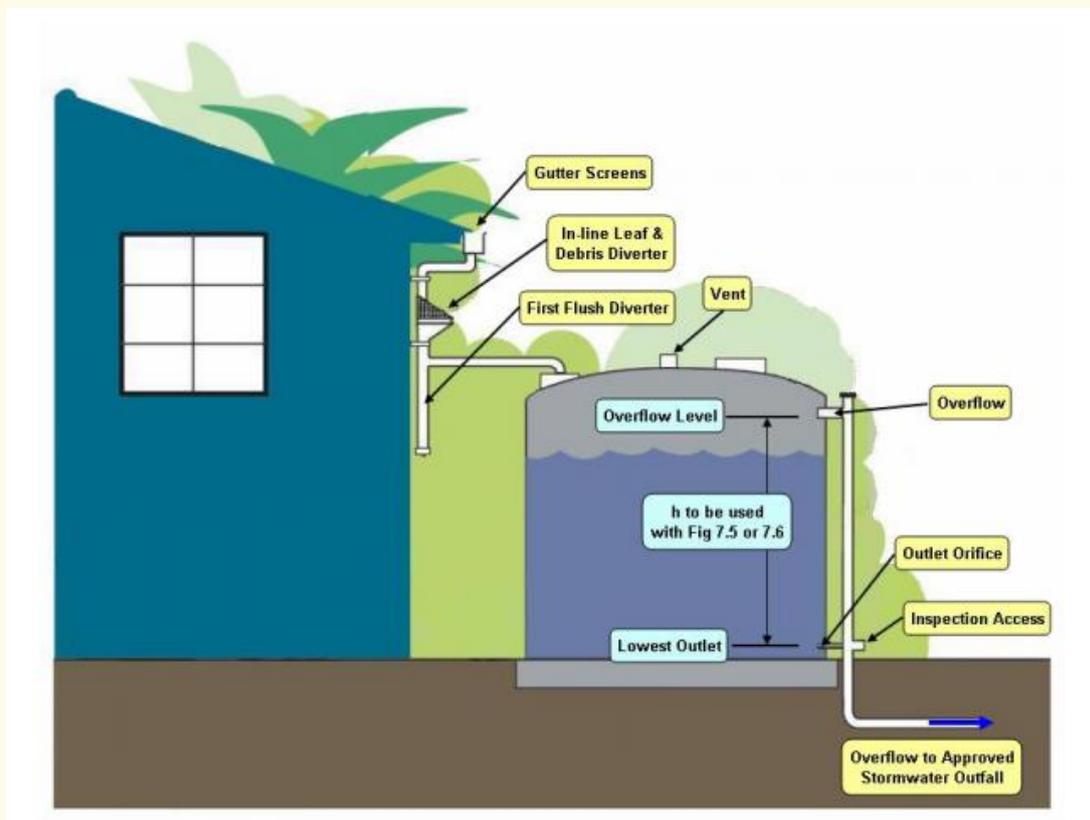


Figure 26 - Réservoir de rétention d'eau (Euro plumbing, 2015)

Une autre méthode de réutilisation de l'eau est l'utilisation de réservoirs de rétention d'eau. Les réservoirs de rétention d'eau sont utilisés pour stocker l'eau de pluie et/ou les eaux pluviales en vue d'une réutilisation ultérieure. Ce type de système collecte, transporte et stocke l'eau dans des réservoirs. Pour garantir la qualité de l'eau, il est

essentiel de disposer d'un dispositif de nettoyage, notamment avec des filtres, afin d'éliminer les résidus et les impuretés. L'eau stockée dans les réservoirs est ensuite utilisée dans les systèmes d'irrigation. Ce système permet une gestion efficace des ressources en eau, notamment en période de sécheresse. C'est-à-dire que pendant la saison des pluies, l'eau est stockée dans les réservoirs et utilisée en cas de pénurie d'eau (Vianna, 2017).

Systèmes de collecte de l'énergie et de l'eau

Comme cela a déjà été indiqué, la technologie joue un rôle extrêmement important dans la réduction de la pollution et du gaspillage des ressources naturelles qui proviennent de l'agriculture. Il est donc essentiel de développer des technologies qui permettent la production et la capture de l'énergie et de l'eau.

Les panneaux solaires ou photovoltaïques

Les panneaux solaires ou photovoltaïques sont constitués de cellules qui convertissent la lumière du soleil en électricité. L'électricité produite dans les panneaux solaires génère un courant électrique continu qui doit être converti en courant alternatif par l'intermédiaire d'un onduleur. De cette façon, l'électricité peut être utilisée après avoir été produite et convertie, et peut être stockée dans des batteries pour une utilisation ultérieure ou peut être vendue au réseau.

Cette énergie, produite par des panneaux photovoltaïques, crée de grandes économies. Par exemple, les viticulteurs utilisent l'énergie produite par les panneaux solaires pour d'autres activités, notamment pour presser le raisin. Un autre exemple d'utilisation de l'énergie générée par les panneaux photovoltaïques est l'irrigation, en particulier en été, où il y a plus d'heures ensoleillées par jour et moins de précipitations. Comme il y a plus d'heures d'ensoleillement, les panneaux solaires génèrent une grande quantité d'électricité, qui peut être canalisée pour le fonctionnement des pompes à eau. C'est une option utile pour l'extraction de l'eau des puits, des réservoirs et des citernes. Dans les endroits plus éloignés, où il n'y a pas de réseau de distribution d'électricité ou comme substitut aux polluants générateurs de combustion, des systèmes hors réseau peuvent être utilisés pour alimenter les pompes pour l'extraction de l'eau des puits et l'irrigation des cultures. Le système se compose de plaques photovoltaïques, de câbles, de connecteurs, étant nécessaire un

onduleur spécifique qui convertit le courant continu en courant alternatif (EDP Comercial, 2020) (ENON, 2019).

Les stations de pompage-turbinage (STEPs)

En plus des systèmes qui utilisent le soleil comme source de production d'énergie, certains utilisent l'eau comme source de production d'électricité. Ce système utilise de l'eau pure pour créer une machine hydroélectrique réversible de stockage d'eau chaude. Grâce à cela, le système est capable de fournir à la fois de la chaleur, de l'électricité et même du refroidissement. L'altitude est un facteur important pour le fonctionnement de ce système, car il nécessite une grande élévation d'un entre deux réservoirs d'eau différents par rapport au niveau de la mer. Un autre élément essentiel est une grande quantité d'eau. En effet, lorsqu'il y a un surplus d'énergie produite, il est possible de produire de l'eau. Ce surplus est utilisé pour pomper l'eau du réservoir le plus élevé, qui est versée dans les turbines et l'énergie est produite. L'eau a une chaleur spécifique importante, la capacité qu'elle a d'accumuler de la chaleur sans s'évaporer, est un excellent moyen de réserve de chaleur. L'énergie hydroélectrique est utilisée pour chauffer l'eau à 90°, et cette énergie thermique est stockée et utilisée par des systèmes d'échange de chaleur installés dans des réservoirs souterrains. Lorsqu'il y a une demande de chaleur, cette chaleur atteint les consommateurs par le biais d'un système de chauffage urbain. Ce système utilise également un système de refroidissement. Les jours de grande chaleur, l'eau chaude fait fonctionner un refroidisseur, qui fournit de l'énergie de refroidissement, qui peut également être distribuée aux consommateurs par le biais de la canalisation. Ce système peut permettre d'obtenir une capacité de stockage de la chaleur et de l'électricité d'une efficacité de 80 % (Reis, 2019).

Outils pour l'élevage du bétail

Dans les parties précédentes, l'équipement technique pour l'agriculture a été présenté. L'élevage étant étroitement lié à l'agriculture, des exemples de technologies appliquées à ce secteur seront présentés, notamment dans le domaine de l'emballage et du pesage mécanique des œufs et du système de traite robotisé.

Emballage et pesage des œufs à la machine



Figure 27 – Œufs pesés et emballés par une machine (Ovobel, n.d.)

Les œufs peuvent être collectés par un système automatisé de collecte des œufs. Lors de la collecte des œufs, une pré-classification est effectuée, au cours de laquelle les œufs fêlés et sales sont rejetés. Les œufs restants sont inspectés à nouveau, rejetant ceux qui ne présentent pas de garanties pour le consommateur. Les œufs sont analysés par la projection d'un faisceau lumineux sur les œufs dans un environnement peu éclairé, où il est possible d'observer les œufs présentant des fissures, des salissures, des déformations de la coquille et du jaune. Ces œufs sont normalement jetés.

Après la première inspection, les œufs sont lavés, séchés, brossés et désinfectés automatiquement dans un bain UV. Après le nettoyage, les œufs sont soumis à la deuxième vérification. Ensuite, ils passent par un détecteur de fissures (il s'agit d'un détecteur automatique de fissures qui sépare généralement les œufs qui présentent des fissures ou des fentes non visibles à l'œil nu).

Le processus suivant est le classement pondéré des œufs. Celui-ci est effectué par une balance automatique intégrée à une machine de tri et consiste à peser et à déposer automatiquement, en fonction des kilogrammes, sur un plateau. Après le tri

et la mise en nidification des œufs dans les plateaux, ceux-ci se rendent à l'extrémité de la machine, où ils sont collectés et emballés.

L'emballage des œufs doit contenir un code identifiant le pays d'origine, la méthode de production, la région agricole où il est produit et le poulailler correspondant. Les paramètres de qualité - composition chimique et contenu microbiologique - doivent être contrôlés régulièrement en laboratoire. Ce processus garantit au consommateur l'acquisition d'un produit présentant d'excellentes caractéristiques en termes de santé, de valeur nutritionnelle et d'authenticité (Akeida, 2017).

Système de traite automatisé

Les systèmes de traite robotisée sont de plus en plus utilisés dans les usines laitières, ce qui permet d'optimiser la production et la gestion du temps. Cependant, ce système présente un investissement en capital élevé.

La traite robotisée fonctionne de la manière suivante : après l'identification électronique de l'animal, la porte de la zone de traite s'ouvre automatiquement et le système vérifie si l'animal répond aux critères pour être traité. Si un certain nombre de critères sont remplis, le processus de traite commence. Dans le cas contraire, l'animal est guidé vers la sortie par la porte automatique. Pendant la traite, le système de localisation du bras robotique identifie les trayons de l'animal et leur positionnement. Avant l'extraction du lait, les trayons de l'animal sont lavés à l'aide de jets d'eau et séchés à l'air ou nettoyés mécaniquement à l'aide de rouleaux brosses. Le bras mécanique les relie au début de la traite.



Figure 28 – Système de traite robotisée (Agro Planning, 2019)

Le retrait du bras mécanique du trayon se fait automatiquement lorsque le débit de lait diminue à des niveaux prédéterminés. Après chaque traite, un spray désinfectant est

appliqué sur chaque trayon. Il existe deux approches pour localiser les trayons : la première détermine la position approximative des trayons, la seconde détermine la position précise de chaque trayon. Les animaux à trayons croisés ne peuvent pas être traités avec cette méthode, car la structure à infrarouge de l'équipement n'est pas capable de détecter les trayons croisés. Cependant, il existe des équipements plus modernes avec des caméras de vision 3D intégrées qui permettent de détecter les trayons irréguliers (Silvi et al, 2018).

Dans le cadre des prochains concepts STEM, nous abordons deux sujets différents qui sont interconnectés : l'ingénierie et les mathématiques. Comme nous l'avons analysé au début du chapitre 3, ces matières sont particulièrement utiles pour trouver des solutions à de nombreux problèmes agricoles.

L'INGÉNIERIE ET LES MATHÉMATIQUES

Avec la science et la technologie, l'ingénierie et les mathématiques jouent un rôle primordial dans les applications STEM dans le secteur agricole. Dans cette section, nous développons le rôle de ces deux domaines, avec une référence particulière à l'ingénierie environnementale et au concept de communautés écologiques.

Ingénierie environnementale

Comme il a été brièvement évoqué au début du chapitre 3, l'ingénierie environnementale est un domaine de l'ingénierie qui se concentre sur la protection des communautés et de l'environnement contre les effets des nuisances environnementales, telles que la pollution, avec des actions telles que l'amélioration du recyclage, l'élimination des déchets, la santé publique et le contrôle de la pollution de l'eau et de l'air. Otti, Nwafor et Dan (2018) définissent l'ingénierie environnementale comme le domaine qui s'occupe de la protection et de la prévention de l'environnement, y compris l'élaboration de solutions pour résoudre les problèmes environnementaux (Otti et al., 2018). Par conséquent, l'ingénierie environnementale vise à améliorer la qualité de l'environnement, ce qui peut être réalisé par une série d'actions visant à une économie verte (voir ci-dessous pour plus d'informations).

Les origines de ce domaine remontent au milieu du XIXe siècle, lorsque Joseph Bazalgette, le premier ingénieur en environnement, a supervisé la construction du premier réseau d'égouts sanitaires municipal à grande échelle à Londres. Cette



initiative a été motivée par une série d'épidémies de choléra, ainsi que par une odeur persistante et insupportable, attribuée au déversement d'eaux usées brutes dans la Tamise, qui était également la principale source d'eau potable de la ville. Ces dernières années, on a assisté à un développement croissant dans le domaine de l'ingénierie environnementale, comme en témoignent les politiques et l'importance accordée à la création de communautés écologiques. L'impact de l'ingénierie environnementale sur notre société n'a jamais été aussi clair en raison de notre récente croissance économique et des problèmes environnementaux qui y sont associés.

Communautés écologiques

Au cours des dernières décennies, nous avons assisté à un effort accru en faveur d'une économie verte, en réponse aux actions de l'homme qui contribuent au changement climatique et à la perte de biodiversité (Global Footprint Network, 2010). Dans le cadre de cet effort, plusieurs défis doivent être relevés, tels que l'empreinte écologique résultant des pays qui ont déjà atteint des niveaux élevés de développement humain au détriment de leurs ressources naturelles (Global Footprint Network, 2010 ; PNUE, 2010 ; PNUD, 2009).

Une partie de cet effort comprend la planification et le développement de communautés durables, accessibles et respectueuses de l'environnement. Les communautés écologiques peuvent être considérées comme des communautés qui adoptent des objectifs et des initiatives liés à une économie verte. Les villes pourraient également devenir des communautés écologiques, ou souvent appelées éco-cités, car elles jouent un rôle de premier plan en catalysant les actions mondiales pour lutter contre le changement climatique (Eryildiz & Xhexhi, 2012). Le terme "*éco-cité*" remonte au milieu des années 1970, lorsqu'il a été créé dans le contexte d'un mouvement environnemental en plein essor. Ces dernières années, de plus en plus d'efforts ont été faits pour créer et pérenniser ces éco-communautés, qui sont conformes à l'économie verte.



“

A Green Economy can be defined as
“an economy that
results in improved human well-being and
reduced in inequalities over the long term,
while not exposing future
generations to significant environmental risks
and ecological scarcities”

(UNEP, 2010, p. 3)

Figure 29 - Définition de l'Economie Verte
(UNEP, 2010)

Les actions que les communautés écologiques suivent et qui peuvent conduire à une économie verte, comprennent entre autres, les investissements dans les secteurs économiques (par exemple, les énergies renouvelables, les transports à faible émission de carbone, les bâtiments efficaces sur le plan énergétique ou les bâtiments dits écologiques, les technologies propres, l'amélioration de la gestion des déchets, l'amélioration de l'eau douce, l'approvisionnement, l'agriculture et la gestion forestière durables et la pêche durable) qui s'appuient sur le capital naturel de la terre et le renforcent ou réduisent les pénuries écologiques et les risques environnementaux.

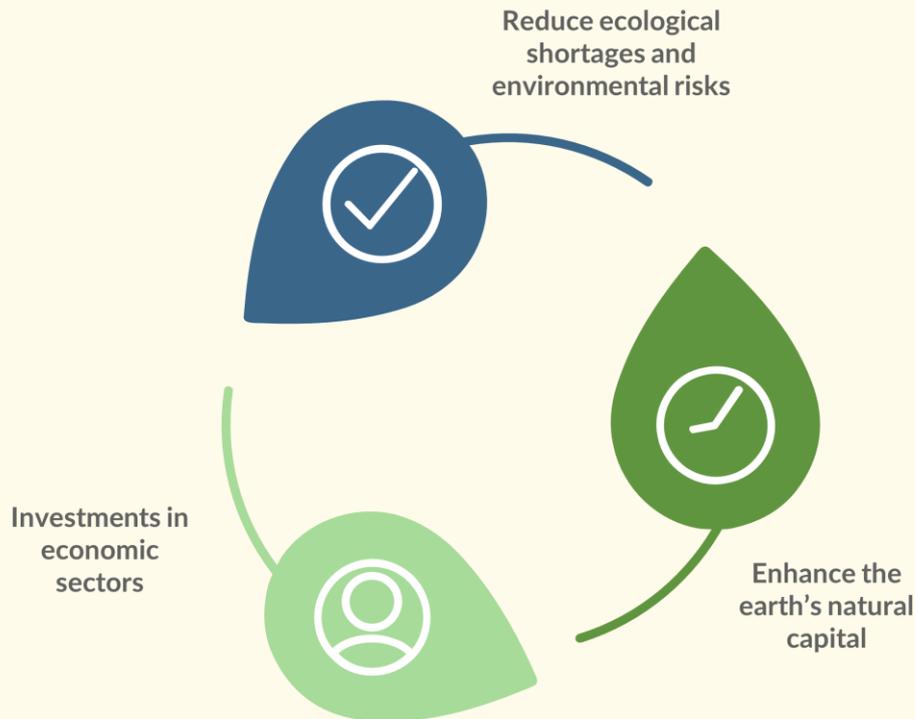


Figure 30 - Les actions que les communautés écologiques suivent et qui peuvent conduire à une économie verte

Ces actions ont pour conséquence la création d'emplois plus "verts", une production moins gourmande en énergie et en ressources, moins de gaspillage des ressources naturelles et une diminution de la pollution de la terre, ainsi qu'une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre, par rapport aux modes d'exploitation des ressources plus conventionnels (par exemple, le carbone). Dans l'ensemble, les aspects critiques d'un établissement d'économie verte (GIZ et ICLEI, 2012) dépendent :

- (a) du développement, de la promotion et du déploiement de technologies et d'innovations vertes;
- (b) de la mise à disposition de stratégies et d'outils pour explorer, identifier et appliquer dans la pratique des modèles d'entreprises et de gouvernance écologiques;
- (c) de l'identification et la promotion des opportunités d'affaires écologiques.

Comme le proposent Addanki et Venkataraman (2017), afin de garantir le développement de villes durables qui respectent les points susmentionnés, il est nécessaire de mener des recherches multidisciplinaires dans les domaines STEM

(science, technologie, ingénierie et mathématiques), pour relever ces défis et pour élaborer des solutions technologiques. En outre, les parties intéressés et les entités du monde des affaires pourraient être motivées à créer des investissements pour les start-ups, en se concentrant sur les différentes nuances des villes durables (Addanki & Venkataraman, 2017) et à collaborer avec le gouvernement pour atteindre les objectifs d'une économie verte.

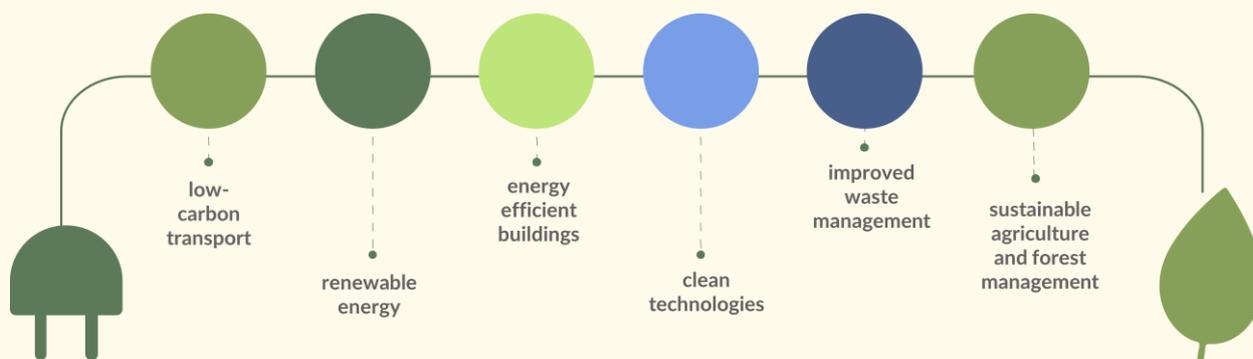


Figure 31 - Investissements dans les secteurs économiques qui peuvent conduire à une économie verte

3.3 Processus de réflexion sur la conception (DTP)

Une méthodologie qui sera utilisée au long du projet " L'incubateur Green STEAM " est le processus de "**Design Thinking**". Il s'agit d'une approche répandue pour résoudre les problèmes de conception socialement ambigus (Lindberg, Gumienny, Jobst, & Meinel, 2010). Cross, Dorst et Roozenburg (1992) donnent une définition du processus, en se référant à une étude des processus cognitifs qui se manifestent dans l'action de conception, ainsi qu'à quelque chose d'inhérent à la cognition humaine (Cross, 2011). Selon d'autres chercheurs dans le domaine (Dunne & Martin, 2006), le 'design thinking' est la manière dont les designers pensent et appliquent leurs processus mentaux pour concevoir des objets, des services ou des systèmes, par opposition au résultat final de produits élégants et utiles. Une méthodologie de réflexion sur le design est appliquée dans le cadre d'un travail multidisciplinaire dans des environnements favorisant la créativité. Elle comprend cinq phases clés : **empathie, définition, idéation, prototype et test** (Plattner, Meinel, & Leifer, 2010). La méthode est basée sur le travail des designers, qui est compris comme une combinaison de savoir, d'observation, de brainstorming, de perfectionnement, d'exécution et d'apprentissage.

Dans la documentation, différents modèles de réflexion sur les dessins et modèles sont présentés (voir : Brown, 2006, 2019 ; Dunn & Martin, 2006 ; Eric, 2007). Par exemple, le modèle de réflexion sur le design proposé par Brown (2006, 2019) détaille comment le 'design thinking' se fait au moyen de trois espaces qui se chevauchent, à savoir : l'inspiration, l'idée et la mise en œuvre. Chaque espace comporte plusieurs sous-activités, qui sont décrites comme un système d'espaces plutôt que comme une série prédéfinie d'étapes ordonnées. Un autre modèle de processus de réflexion sur la conception est présenté par Dunn et Martin (2006) et consiste en quatre activités, à savoir : Enlèvement, Déduction, Test et Induction. L'activité Enlèvement se concentre sur la création d'idées et, pendant l'activité Déduction, ces idées sont analysées pour prédire les conséquences probables. Toutes les prédictions sont ensuite testées et les résultats valables sont généralisés au cours de la phase d'Induction. Par ailleurs, Eris (2007) a présenté un modèle appelé *Divergent-Convergent Inquiry based Design Thinking Model* (DCIDT) qui décrit la réflexion sur la conception comme une enquête divergente et convergente associée à deux modalités fondamentales : l'interrogation divergente et convergente.

Application du DTP dans le projet L'Incubateur Green STEAM

Dans le cadre du projet de l'incubateur Green STEAM, et dans le cadre des modules de microcontrôleurs et de modélisation 3D, les participants pourront proposer leurs propres idées de projets environnementaux et de solutions écologiques qui pourraient être appliquées à la permaculture par exemple, grâce à la méthode du Design Thinking, une approche conçue pour résoudre des problèmes (environnementaux ou autres) et développer des idées, en concevant des solutions qui sont convaincantes du point de vue de l'utilisateur.



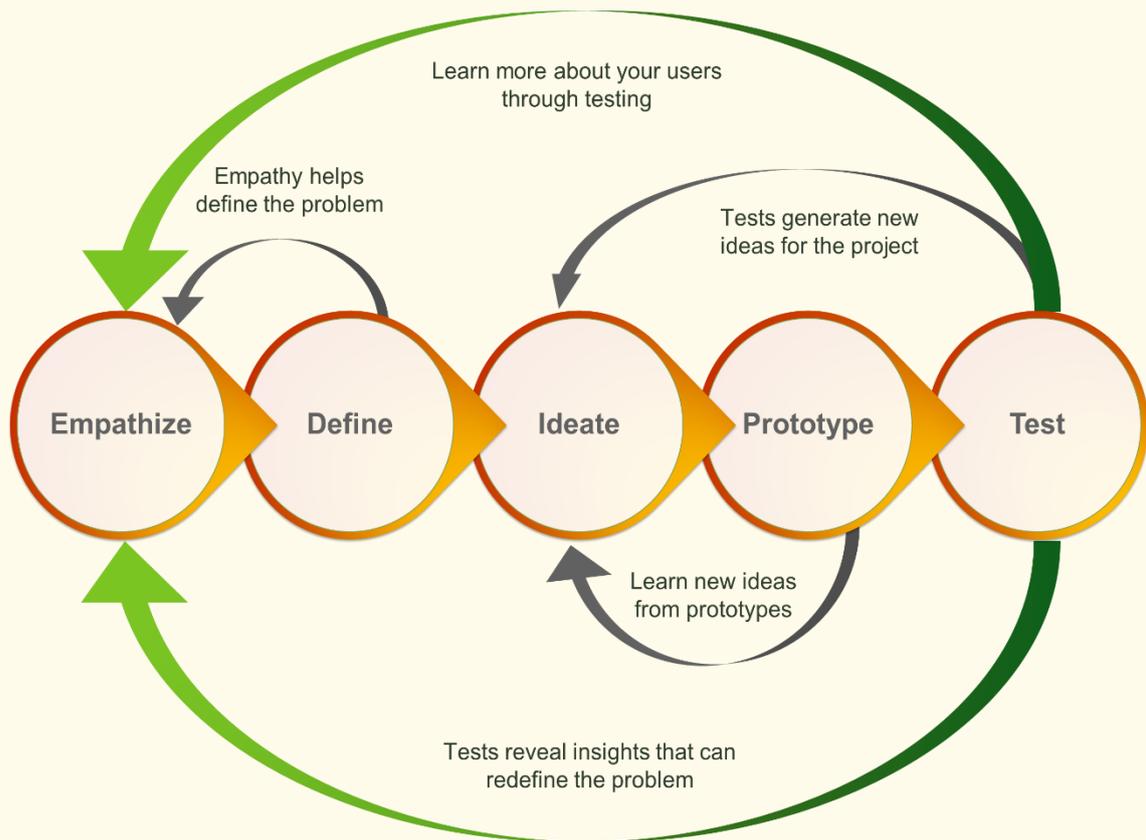


Figure 32 - Le processus de réflexion sur la conception non linéaire

Le 'design thinking' de Brown (2006, 2019) sera adopté, et invitera les participants à vivre trois phases : L'inspiration, l'idée et la mise en œuvre. Suivant cette approche, les utilisateurs seront engagés dans le processus de conception de leurs solutions (voir figure 32), en identifiant d'abord leurs besoins par le biais d'un brainstorming et d'une compréhension du ou des problèmes à résoudre, en générant des idées et en réalisant un mind-mapping ou un storyboard, puis, par le prototypage et la planification de leur solution, et enfin en testant leurs prototypes et en procédant à des améliorations dans de nouveaux prototypes par un processus d'itération. Le but de ces activités sera de concevoir des solutions pour certains des problèmes qui ont été identifiés et discutés avec les participants aux activités de formation du projet.

Les étapes du DTP à travers des exemples pratiques

Les étapes de la méthodologie sont expliquées plus en détail ci-dessous (voir tableau 1), avec des exemples d'applications pratiques.

Tableau 1. Étapes de la méthodologie et applications pratiques indicatives

Étapes	Description de l'étape	Application pratique
Empathie	<p>Pensez à votre utilisateur, observez et interagissez avec votre (vos) utilisateur(s). Comprenez son expérience, demandez-lui quels sont ses besoins et ses intérêts par rapport à votre idée. Qu'est-ce qui est important pour eux ? Des recherches supplémentaires peuvent être nécessaires pour comprendre le point de vue de l'utilisateur.</p>	<p>À ce stade, il est important de comprendre notre groupe cible (c'est-à-dire les agroentrepreneurs), de s'informer sur qui ils sont, sur le type d'activités qu'ils mènent actuellement dans leurs exploitations, sur leurs projets d'avenir, mais aussi sur les obstacles et contraintes éventuels auxquels ils sont confrontés dans la réalisation de certaines tâches. Nous approchons et interrogeons les agroentrepreneurs, discutons avec eux des points mentionnés ci-dessus. Les données des entretiens sont enregistrées afin d'être examinées plus en détail et utilisées pour la création de plans d'action.</p>
Définir	<p>Synthétisez les résultats de l'étape d'empathie pour mettre en évidence les besoins des utilisateurs et d'autres points de vue.</p>	<p>Grâce à cette interaction et à l'examen des données de nos entretiens, nous essayons d'identifier les problèmes, les besoins et les lacunes. De plus, nous cherchons à comprendre les raisons de ces besoins, par exemple : pourquoi est-ce exactement un problème pour le public cible ? Nous nous limitons à un seul</p>

		problème. Pour les besoins de cet exemple, supposons que l'agro-entrepreneur ait besoin d'une machine à composter.
Idéation	Identifier la meilleure solution parmi un éventail de possibilités. Générer des idées par le biais de brainstorming, de mind mapping, de storyboarding et d'autres techniques.	Nous faisons du brainstorming et des recherches sur la façon de créer une machine à composter avec des matériaux écologiques. Des restrictions sont envisagées (par exemple le coût) lors du brainstorming. Dans les approches de co-conception, cette étape peut impliquer activement les utilisateurs finaux/le public cible.
Prototype	Dans le prototype, planifiez votre approche, pensez aux matériaux dont vous avez besoin et gardez votre utilisateur à l'esprit en vous organisant pour la construction de votre premier prototype. Faites quelques croquis initiaux avec des étiquettes pour les pièces et les mesures si nécessaire.	Les idées relevées lors de l'étape précédente sont en cours de révision et regroupées en grappes. Nous limitons nos idées à une seule solution que nous allons prototyper. Nous examinons les matériaux dont nous avons besoin, nous esquissons le prototype et nous poursuivons la conception d'une première version de la machine à composter. Ce faisant, il est essentiel de noter les étapes suivies pour la construction du prototype, ainsi que les problèmes qui ont pu survenir. Cette information est essentielle pour apporter d'autres améliorations et perfectionnements.
Test	Réfléchissez à la manière dont vous allez	Nous testons la machine avec les utilisateurs et écoutons attentivement ce

	tester votre prototype et apporter des améliorations aux nouveaux prototypes.	qu'ils pensent de ses fonctionnalités. Nous sélectionnons les commentaires des utilisateurs et, si nécessaire, nous répétons l'ensemble du processus en apportant des améliorations et des perfectionnements au produit.
--	---	--

L'importance du « Design Thinking Process »

La méthodologie "Design Thinking" préconise une approche constructiviste de l'apprentissage, dont les avantages ont été bien déterminés par des découvertes théoriques en pédagogie. Le Design Thinking, en tant que processus d'apprentissage intrinsèquement basé sur l'équipe, offre aux individus la possibilité de s'engager dans des modes d'apprentissage constructivistes orientés vers la pratique dans le cadre de projets, de favoriser les compétences du XXI^e siècle (Scheer, Noweski et Meinel, 2012) et les compétences dites "douces" (Lee et Benza, 2015). En outre, la méthodologie de réflexion sur le design comprend une approche de résolution de problèmes centrée sur l'homme qui cultive la créativité et l'innovation (Luka, 2014). Il est également avancé que les compétences en matière d'innovation, y compris les compétences techniques (par exemple, l'expertise spécifique à une discipline), les qualités personnelles (par exemple, la créativité et l'ouverture d'esprit) (voir également : Rauth, Köppen, Jobst, & Meinel, 2010), et les compétences sociales et comportementales (par exemple, la communication et la collaboration) peuvent être encouragées par la mise en œuvre de la méthodologie de Design Thinking (Lee & Benza, 2015). En fait, l'approche Design Thinking a été choisie comme méthode pédagogique pour enseigner les compétences en matière d'innovation dans des cours d'entrepreneuriat et de commerce (Lee & Benza, 2015 ; Linton & Klinton, 2019). L'importance de faciliter le développement des compétences en matière d'innovation a été reconnue par les employeurs et les éducateurs dans ce domaine. Dans cette optique, l'approche "Design Thinking" peut être adoptée comme méthode pédagogique sous-jacente pour promouvoir la facilitation des compétences susmentionnées.

CHAPITRE 4

DÉVELOPPER LES COLLABORATIONS ENTRE LES ORGANISATIONS DE JEUNES ET LES ENTREPRISES AGROALIMENTAIRES

Le manuel de " L'Incubateur Green STEAM " est introduit dans un cadre conçu à la fois pour rapprocher les jeunes aux exploitations agricoles et de l'agro-entrepreneuriat, et pour les inciter à comprendre la façon dont ces dernières fonctionnent. Cela se fera dans le cadre d'activités de collaboration entre les organisations de jeunesse, les travailleurs de jeunesse et les acteurs agricoles, qui introduiront les apprenants à la vie de l'agro-entreprise. En outre, ils seront initiés à des concepts tels que l'éducation environnementale, la permaculture et les dernières innovations technologiques dans le domaine de l'agriculture. Les activités, nécessitent des animateurs sur place qui indiqueront toutes les modalités pratiques. En outre, elles ont été conçues comme telles, de sorte qu'elles soient réalisables dans chaque pays partenaire et dans différents types d'exploitations agricoles.

La méthodologie suivie pour la conception de ces activités est expliquée ici, dans le but d'aider les lecteurs intéressés à créer leurs propres activités d'atelier. Comme nous l'avons déjà mentionné, les partenaires ont réalisé des entretiens avec les agro-entreprises et les exploitations agricoles. Ensuite, ils ont enregistré les méthodologies opérationnelles des personnes interrogées, leurs besoins et leurs idées pour les activités éducatives destinées aux jeunes.



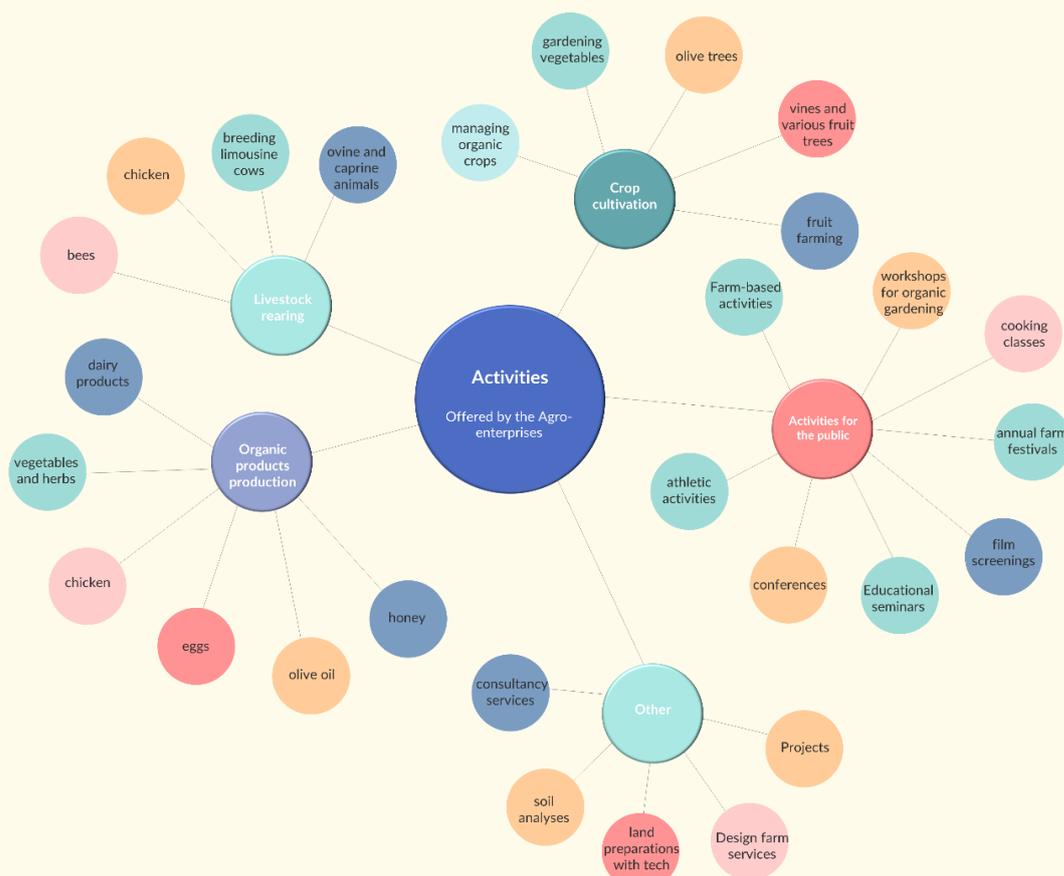


Figure 33 - Les différents types de méthodologies et d'activités opérationnelles proposées par les agro-entreprises

Ces discussions ont servi de point de départ à l'élaboration de plans d'action pour les cadres de collaboration entre les organisations de jeunesse et les organisations agricoles. Les plans d'action ont fourni des informations essentielles et utiles sur l'équipement technologique STEM des agro-entreprises, car ils ont analysé en profondeur comment les théories STEM peuvent être liées à l'agriculture et appliquées sur le terrain.

Existing material (ex. preparatory material)	Potential barriers	Steps towards implementation	Proposing organization (farm/ agro-entrepreneurial stakeholder)	Contact details	Means of communicating the activity

Activity name	Short description of activity	Type of activity	Objectives	Target group and age-range	Required resources for implementation	Necessary tech equipment (including STEAM)

Figure 34 - Modèle de plan d'action

Tout ce qui précède a pris en considération le renforcement de l'expérience d'apprentissage participatif pour les jeunes en conjonction avec une exposition des innovations technologiques agro-entrepreneuriales et des méthodologies écologiques.

Vous trouverez la liste des activités dans le tableau ci-dessous. Le tableau distingue les activités qui sont prévues pour être mises en œuvre à l'intérieur (ex. dans les bureaux d'une organisation de jeunesse), à l'extérieur (dans l'agro-entreprise) ou dans les deux environnements. Néanmoins, chaque animateur peut adapter les activités en fonction de ses participants, des ressources disponibles et des objectifs éducatifs.

Nous espérons que vous apprécierez les activités!

	Nom de l'activité	Intérieur	Extérieur	Intérieur & Extérieur
1	Apprendre à connaître l'agriculture conventionnelle et biologique	✓		
2	Utilisation des technologies STEM	✓		
3	Le traitement des données fun	✓		
4	Construire une ferme	✓		
5	Chasse aux trésors – PermaVenger hunt		✓	
6	Cours de cuisine durable			✓
7	Créer votre propre jardin communautaire			✓
8	Une infrastructure agricole autonome			✓
9	Utilisation d'un capteur d'humidité			✓
10	Utilisation d'une station météorologique			✓
11	Mesurer le PH du sol			✓
12	Compostage			✓

Activité 1 - Apprendre à connaître l'agriculture conventionnelle et biologique

- **Champ STEM:** science, agriculture
- **Calendrier indicatif :** À tout moment de l'année
- **Durée de l'activité :** approx. 2h00
- **Type d'activité :** Atelier en salle
- **Objectifs éducatifs:**

Les participants/apprenants pourront : (1) apprendre à définir l'agriculture conventionnelle et biologique, (2) mettre en pratique leurs compétences en matière d'argumentation.

- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises :**

À la fin de cette activité, les participants auront :

- étudié de manière critique les ressources disponibles sur l'agriculture conventionnelle et biologique
- défini l'agriculture conventionnelle et biologique
- synthétisé les arguments en faveur et/ou contre l'agriculture conventionnelle et biologique
- résumé les résultats de leur enquête dans un bref rapport ou par une affiche
- pris part à un débat.

- **Matériel et ressources nécessaires :** Ordinateur, projecteur, présentation power point (avec scénario et texte informatif sur l'argumentation), sources pertinentes à étudier par les participants, cartons A3, crayons de couleur et marqueurs, ciseaux.

Sessions de préparation

1. Préparation (10 minutes)

Avant l'atelier, l'animateur prépare quelques questions pour introduire progressivement les participants au sujet de l'activité. Des questions indicatives sont données ci-dessous.

- Avez-vous déjà entendu parler de l'agriculture conventionnelle et biologique ?
- Si oui, partagez vos expériences et vos connaissances.
- Sinon, à quoi pensez-vous que ces deux termes se réfèrent ?

2. Introduction (20 minutes)

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Scénario avec deux agriculteurs

Instructions: Les participants se voient proposer un scénario avec deux agriculteurs, un agriculteur biologique et un agriculteur conventionnel, qui ont pour objectif de vendre leurs produits et doivent pour cela persuader leurs clients sur la base d'une série d'arguments. Le texte suivant est mis à la disposition des participants. Les noms sont susceptibles d'être adaptés.

“M. Giannis cultive et vend des légumes biologiques sur le marché de sa région. M. Andreas cultive des légumes de manière conventionnelle et les vend sur le même marché. Chacun des deux agriculteurs a essayé de persuader les clients du marché d'acheter ses propres produits en utilisant une série d'arguments. Pouvez-vous réfléchir aux arguments que chaque agriculteur pourrait utiliser ?”



Figure 1. Scénario avec deux agriculteurs. Photo de gauche extraite de : <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-cheerful-vegetable-seller-counter-carrot-his-hands-image54681381>. Photo de droite extraite de : <https://www.dreamstime.com/illustration/farmer-shouting.html>

Une discussion plénière a lieu, au cours de laquelle les participants expriment leur avis sur les arguments possibles que les deux agriculteurs utilisent pour persuader leurs clients.

3. Session principale (en salle - 30 minutes)

Informations pour l'animateur

Sujet: Argumentation

L'animateur fait une brève présentation sur l'argumentation et les éléments essentiels d'un argument valable. Cette présentation vient appuyer la tâche qui suit, au cours de laquelle les participants seront engagés dans un bref débat. Selon le groupe d'apprenants de l'atelier, l'animateur peut y consacrer plus ou moins de temps.

Argumentation

L'argumentation est définie comme le processus de présentation de points de vue fondés (revendications) (Kuhn & Udell, 2003) dans le but de soutenir, de critiquer et d'évaluer les points de vue opposés (Kuhn, 1992; Naylor, Keogh & Downing, 2007).

Individual
(Driver et al., 2000)

Dialogic
(Kuhn, 1992;
Duschl & Osborne, 2002)

L'argument sert d'outil pour faire avancer le processus d'argumentation.

Argumentation

Processus social et collaboratif utilisé pour "résoudre les problèmes et promouvoir la connaissance" (Duschl & Osborne, 2002, p.41)

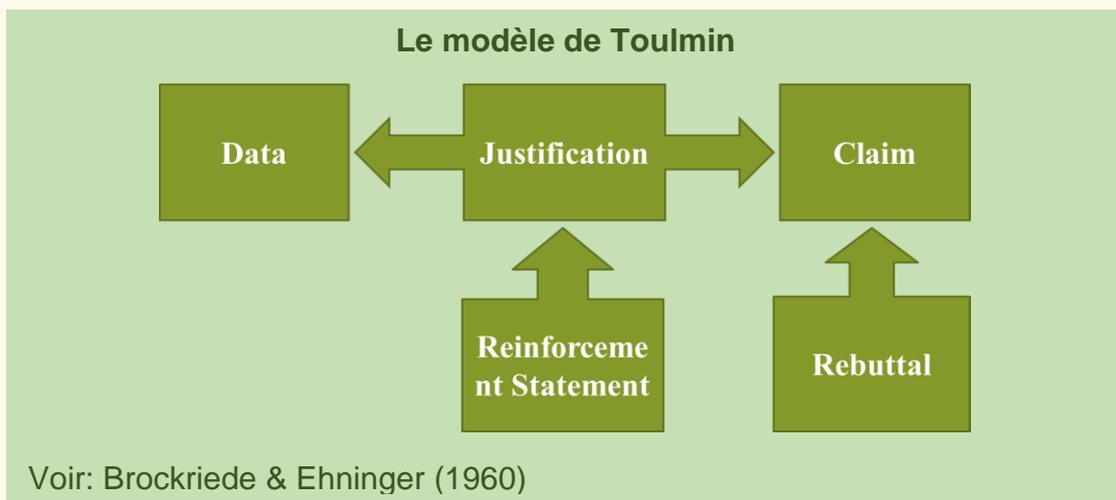
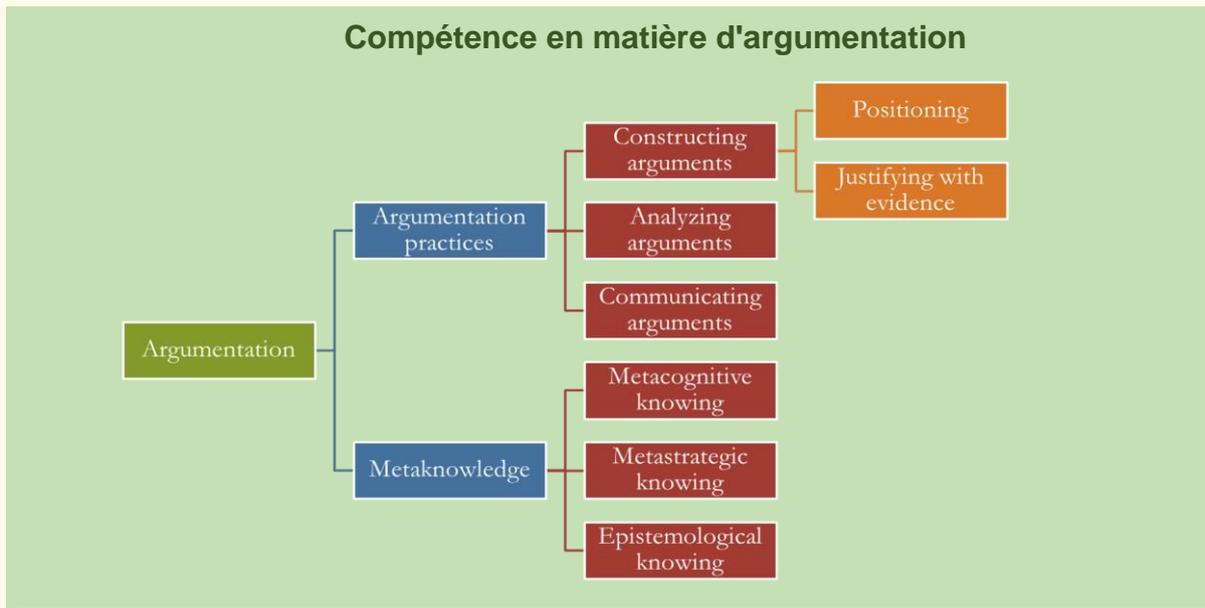
Tenter de justifier ou de réfuter un point de vue particulier (van Eemeren et al., 2002, p.38)

Processus consistant à proposer, soutenir, évaluer et affiner des idées dans un effort pour comprendre un problème complexe et non spécifié (Clark & Sampson, 2008).

Argument

- Un argument doit être clairement énoncé à l'aide d'affirmations, de positionnements ou de conclusions.
- Ceci doit être étayé par des données/ preuves.

(Jimenez–Aleixandre et al. 2000)

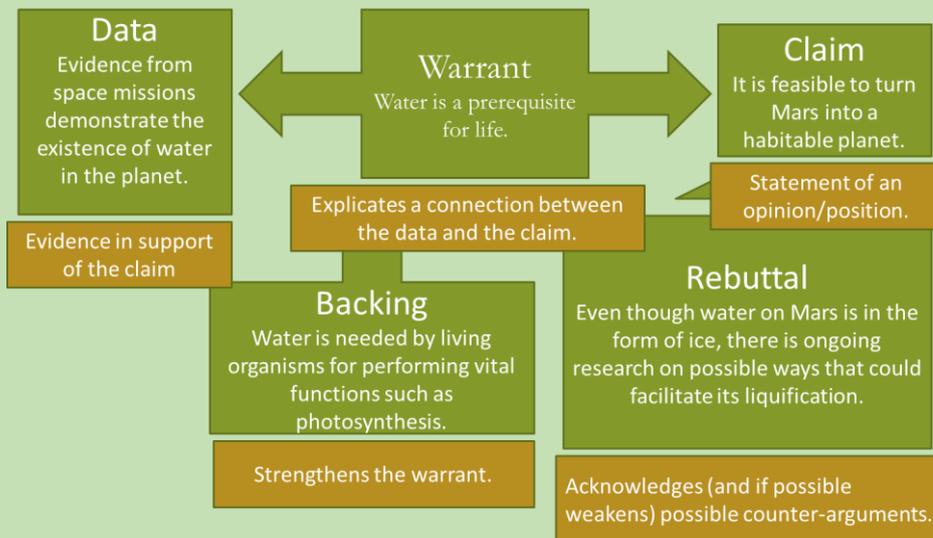


Analyse d'un exemple

Est-il possible d'habiter la planète Mars ?



Un exemple du modèle de Toulmin: il est possible de transformer Mars en une planète habitable?



4. Exercices (40 minutes)

Les participants forment deux groupes, afin d'engager un débat, au cours duquel ils seront invités à présenter leurs arguments. Les participants sont tout d'abord invités à rechercher et à étudier dans leur groupe les ressources pertinentes, afin de développer leurs propres arguments sur les avantages et les inconvénients des deux méthodes d'exploitation agricole. Nous fournissons ci-dessous une liste indicative de sources.

Informations pour l'animateur

Sujet: Sources des textes pour le débat

Sources de textes:

- Pour les deux groupes
<https://behindtheplow.com/conventional-vs-organic-farming-which-should-you-practice/>
- Position de soutien à l'agriculture biologique:
<https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-basics/organic-vs-conventional/>
- Position de soutien à l'agriculture conventionnelle:
<https://greengarageblog.org/7-pros-and-cons-of-conventional-farming>

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Débat

Instructions: Les élèves forment deux groupes. Chaque groupe reçoit un carton A3, des crayons de couleur et des marqueurs, des ciseaux, qui peuvent être utilisés pour la création d'une affiche, présentant brièvement leur position et leurs arguments. Dès que les affiches sont finalisées par les deux groupes, les participants sont invités à un débat en plénière, au cours duquel ils sont invités à présenter leurs arguments. L'animateur suit le débat et l'échange de questions entre les deux groupes.

Débat

Étudiez les ressources qui vous sont données.

Construisez vos arguments pour soutenir votre position.

Préparez une affiche avec vos arguments.

Lançons le débat !



5. Séance de débriefing (10 minutes)

L'animateur dirige une session de débriefing, au cours de laquelle les principaux arguments des deux parties sont résumés.

6. Références

Brockriede, W., & Ehninger, D. (1960). Toulmin on argument: An interpretation and application. *Quarterly journal of speech*, 46(1), 44-53.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education.

Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science education*, 84(6), 757-792.

Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62(2), 155-179. <https://doi.org/10.17763/haer.62.2.9r424r0113t67011>

Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child development*, 74(5), 1245-1260.

Naylor, S., Keogh, B., & Downing, B. (2007). Argumentation and primary science. *Research in science education*, 37(1), 17-39.

Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science education*, 92(3), 447-472.

Van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., Jacobs, C. S., & Jackson, S. A. (2002). *Reconstructing argumentative discourse*. The University of Alabama Press.

Activité 2 - Adoption des technologies STEM

- **Champ STEM** : Technologie
- **Calendrier indicatif** : À tout moment de l'année
- **Durée de l'activité** : de 1h40 à 2h maximum
- **Type d'activité** : Atelier en salle
- **Objectifs éducatifs** :

Comprendre l'intérêt d'adopter les technologies STEM dans l'agriculture et le secteur agricole, et en particulier l'impact des nouvelles technologies sur l'avenir de l'agriculture.

- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises** :

À la fin de cette activité, les participants

- participeront à un atelier, au cours duquel des activités de collaboration (par exemple, brainstorming, discussion de groupe, mini projet, présentations de groupe) seront proposées, visant à mettre en évidence la valeur ajoutée des technologies STEM dans le domaine de l'agriculture.
- renforceront leur collaboration et leurs compétences sociales,
- cultiveront leurs compétences en matière de présentation et de recherche.

- **Matériel et ressources nécessaires** : Ordinateur, projecteur, présentation power point, cartons A3, crayons de couleur et marqueurs, documentation, les participants sont tenus d'apporter leur propre ordinateur portable.

Sessions de preparation

1. Préparation

L'animateur présentera une vidéo YouTube aux participants. Comme la vidéo est en anglais, l'animateur doit s'assurer que les participants comprennent l'anglais ou préparer et télécharger des sous-titres dans leur langue maternelle.



2. Introduction (15 minutes)

Informations pour l'animateur

Sujet : Vidéo TED Talk

TED Talk Video:

https://www.ted.com/talks/sara_menker_a_global_food_crisis_may_be_less_than_a_decade_away?referrer=playlist-what_s_the_future_of_food

L'animateur montre aux participants le TED Talk (ou une partie de celui-ci) A Global Food Crisis May be Less Than a Decade Away par Sara Menker. Il fait une pause à 14h29 et discute de la déclaration de Sara : "Nous pourrions avoir un point de basculement dans l'alimentation et l'agriculture mondiales si la demande croissante dépasse la capacité structurelle du système agricole à produire des aliments. L'animateur ouvre une discussion sur les concepts d'offre et de demande ainsi que sur la "capacité" à produire des aliments.

Alors que la demande (la population) augmente, qu'est-ce qui limite notre capacité à produire des aliments ? (terres arables, eau, nutriments du sol, etc.).

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Capacité à produire des denrées alimentaires

Instructions: Les participants discutent des questions suivantes dans leurs groupes.

- Ce qui limite notre capacité à produire des aliments ?
- Quelles sont les choses qui peuvent augmenter notre capacité à produire des aliments ?
- L'un des moyens d'accroître notre capacité à produire des aliments est l'utilisation de nouvelles technologies, qui sera le thème principal de cet atelier.



3. Session principale

- Étape 1 (15 minutes)

L'animateur pose les questions suivantes et permet ensuite aux participants de faire un brainstorming de leurs propres idées.

“Quelles sont les choses qui peuvent augmenter notre capacité à produire des aliments?”

L'animateur souligne que l'un des moyens d'accroître notre capacité à produire des aliments est l'utilisation de nouvelles technologies, qui sera le thème principal de cet atelier..

Informations pour l'animateur

Sujet: Utilisation de la technologie dans l'agriculture

Il y a 100 ans, la vie à la ferme était très différente de celle d'aujourd'hui et elle continuera d'évoluer pour répondre aux besoins du monde. Des technologies et des innovations de pointe sont utilisées dans l'agriculture. Ces nouvelles technologies sont développées dans le but de surmonter les défis auxquels nous sommes confrontés pour fournir de la nourriture, du carburant et des fibres à une population croissante. L'utilisation de la technologie se retrouve dans presque tous les aspects de notre vie quotidienne et a révolutionné l'agriculture avec plus d'innovations à l'horizon! Certaines technologies sont émergentes, tandis que d'autres ont été adoptées à l'échelle mondiale.



Illustr. 1. Récupérée de : <https://view.ceros.com/conference-board-of-canada/artificial-intelligence-anda-thea-global-trade-environment-1>

- Étape 2 (10 minutes)

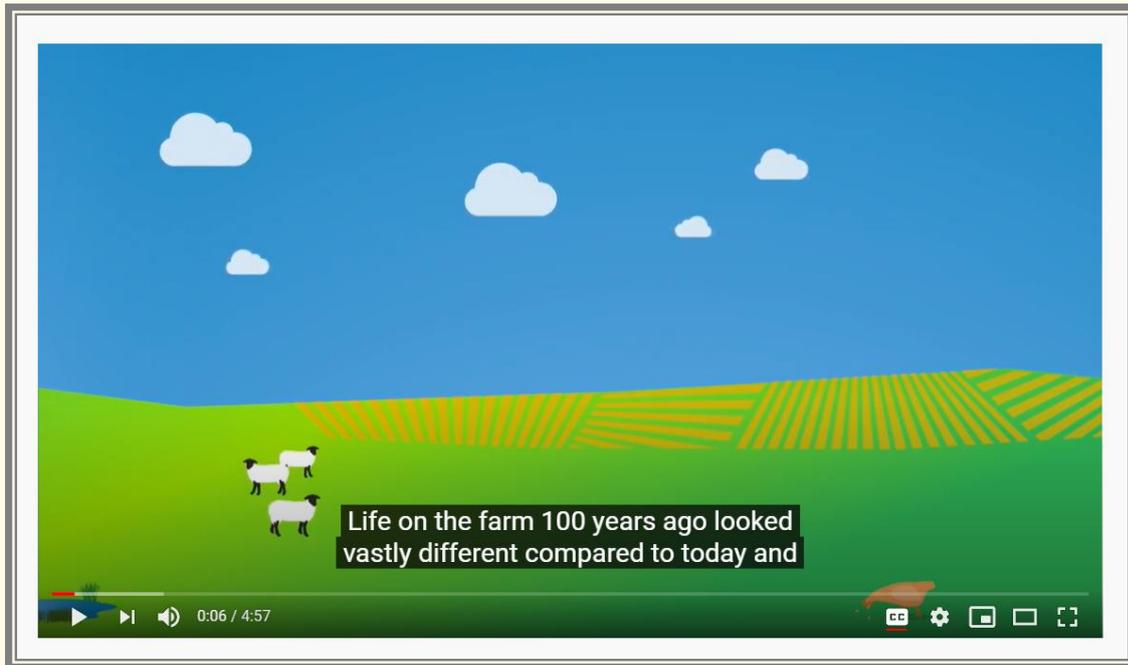
L'animateur montre aux participants une vidéo sur les technologies et les innovations développées dans le monde entier. Les participants sont ainsi initiés à plusieurs innovations qui peuvent être utilisées dans l'agriculture. Pendant qu'ils regardent, les participants sont invités à l'avance à considérer le(s) défi(s) que chaque innovation pourrait aider à surmonter. Lien vidéo:

Informations pour l'animateur

Sujet : Lien vidéo sur les technologies et les innovations développées dans le monde.

Vidéo:

<https://www.youtube.com/watch?v=qexChWNFY5E&feature=youtu.be>



Illustr 2. Capture d'écran de la vidéo sur *Technologie et innovation dans l'agriculture*.

- Étape 3 (10 minutes)

Après la vidéo, une discussion de groupe suit sur les questions suivantes, puis une discussion plénière pour un échange de vues.

- Selon vous, quelle innovation pourrait avoir le plus d'impact et pourquoi ?
- Quels sont les avantages et les inconvénients de l'utilisation de ces technologies ?

4. Exercices (30 minutes)

Pour l'exercice avec les participants

Sujet : Activité de groupe

Instructions : Chaque groupe reçoit un exemplaire d'un document (voir annexe). L'animateur donne aux participants le temps d'effectuer des recherches et de créer une présentation numérique sur leur ordinateur portable à propos d'une technologie spécifique, afin de la partager avec le reste des participants. L'animateur répartit au hasard entre les participants les sujets/technologies à approfondir, dont une liste indicative est donnée ci-dessous : robots autonomes, capteurs agricoles, imagerie aérienne des cultures, systèmes de données agricoles, systèmes de guidage par le système de positionnement mondial (GPS), cartes et moniteurs de rendement et de sol GPS, moniteurs d'activité du bétail, etc. Les participants reçoivent une liste de ressources qu'ils peuvent utiliser (voir : Sciforce, 2020 ; United States Department of Agriculture, 2016), mais ils sont libres d'utiliser également leurs propres ressources. Les participants doivent utiliser les quatre sections de leur document pour présenter leur recherche et leur exposé.

Technologies disponibles pour les agriculteurs :

Capteurs : le sol, l'eau, la lumière, l'humidité, la gestion de la température

Logiciels : des solutions logicielles spécialisées qui ciblent des types d'exploitations agricoles spécifiques ou utilisent des plateformes IdO agnostiques

Connectivité : cellulaire, LoRa, etc.

Localisation : GPS, Satellite, etc.

Robotique : Tracteurs autonomes, installations de transformation, etc.

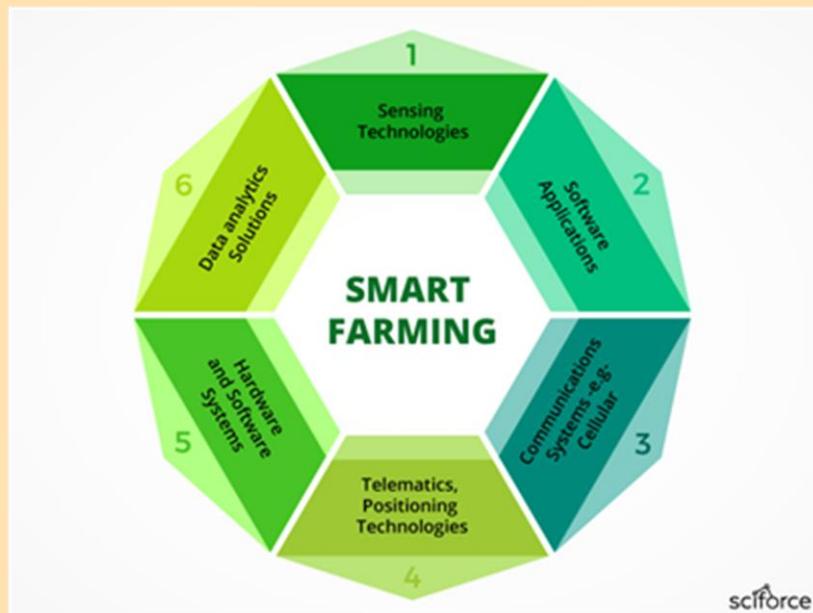
Analyse des données: des solutions analytiques autonomes, des pipelines de données pour les solutions en aval, etc.

Décrivez. Décrivez la technologie, la manière dont elle est utilisée, le lieu où elle est utilisée, etc. Si possible, inclure des détails tels que le coût et l'utilisation actuelle dans l'agriculture.

Quels sont les avantages ? Quel(s) obstacle(s) cette innovation surmonte-t-elle ?

Quelles sont les limites ? Chaque forme de technologie a ses limites. Quelles sont-elles ? S'agit-il du coût de l'équipement, de la précision de son utilisation, etc. ?

Voyez-le en action ! Demandez aux participants de trouver des images ou une vidéo de démonstration de la technologie en action.



Illustr. 3. L'agriculture intelligente. Image extraite de <https://www.iotforall.com/smart-farming-future-of-agriculture/>

Exercice 2 (30 min)

Présentations et discussion en plénière : chaque équipe présentant son propre projet, les autres participants sont invités à réfléchir aux changements qu'il faudrait apporter à la société, à l'environnement ou à l'économie pour que l'innovation soit adoptée au niveau mondial.

Pour l'exercice avec les participants

Sujet : Presentations and discussion on the plenary

Instructions : Chaque équipe présente son propre projet, les autres participants sont invités à réfléchir aux changements qu'il faudrait apporter à la société, à l'environnement ou à l'économie pour que l'innovation soit adoptée au niveau mondial.

5. Séance de débriefing (5-10 minutes)

L'animateur dirige une discussion plénière, au cours de laquelle les participants sont invités à réfléchir sur les nouveaux concepts qu'ils ont appris et à poser d'autres questions.

“L'agriculture intelligente est un concept émergent qui fait référence à la gestion des exploitations agricoles en utilisant les TIC modernes pour augmenter la quantité et la qualité des produits tout en optimisant le travail humain requis.”
(Sciforce, 2020).



Illustr. 4. Smart farming. Image retrieved from: <https://ragnoelectronics.com/smart-agriculture/>

6. Références

National Agricultural Literacy Curriculum Matrix (2013). High-Tech Farming. Retrieved from: <https://learnaboutag.org/teacher/matrix/lessonplan.cfm?lpid=691>

Sciforce (June 22, 2020). Smart Farming: The Future of Agriculture. Retrieved from: <https://www.iotforall.com/smart-farming-future-of-agriculture/>

United States Department of Agriculture (2016). Precision Agriculture Technologies and Factors Affecting Their Adoption. Retrieved from: <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2016/december/precision-agriculture-technologies-and-factors-affecting-their-adoption/>

Annexe

Autonomous Robots

Can we decrease the demand for farm laborers by using robotic machines to harvest fruits and vegetables rather than picking them manually?

Describe it...	What are the benefits?
What are the limitations?	See it in Action!

Activité 3 – Plaisir de l'informatique

- **Champ STEM** : Mathématiques
- **Calendrier indicatif**: Activité possible toute l'année
- **Durée de l'activité** : 45 minutes
- **Type d'activité** : Atelier en intérieur
- **Objectifs pédagogiques** :

À l'issue de cette activité, les participants pourront comprendre l'importance des mathématiques dans l'agriculture.

- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises** :
 - calculer la taille du champ
 - analyser la quantité d'engrais/eau nécessaire pour le champ
 - déterminer la quantité optimale de semences à planter sur le terrain
- **Matériel et ressources nécessaires** : des scénarios imprimés, du papier, un stylo et, si nécessaire, une calculatrice.

Sessions de préparation

1. Préparation (5 min)

Informations pour l'animateur

Sujet : Déclarations à préparer (exemples ci-dessous)

Instructions: Avant l'atelier, l'animateur prépare une liste de questions auxquelles on ne peut répondre que par oui ou par non. Ces questions doivent commencer par "Avez-vous déjà... ?" ou "Levez-vous si...".

L'animateur lit les questions ou les déclarations une par une. Pour chaque déclaration, les participants se lèvent s'ils peuvent répondre par l'affirmative.

1. Levez-vous si vous pensez que les mathématiques sont ennuyeuses
2. Avez-vous déjà appliqué des mathématiques dans la vie réelle ?
3. Levez-vous si vous pensez que l'agriculture a besoin de mathématiques
4. Avez-vous déjà tué une plante d'intérieur parce que vous l'avez arrosée trop ou trop peu ?
5. Levez-vous si vous savez comment convertir des unités très rapidement
6. Avez-vous déjà pensé à la leçon de mathématiques "pourquoi dois-je savoir

2. Introduction (5 minutes)

Informations pour l'animateur

Sujet : Exemples d'utilisation des mathématiques dans l'agriculture

Instructions : L'animateur donne une petite introduction sur l'importance des mathématiques dans l'agriculture.

Les mathématiques sont la science qui se termine par la logique de la forme, de la quantité et de l'arrangement et il y a un nombre incalculable de choses que nous pourrions faire avec les mathématiques. Voici quelques-unes des principales utilisations:

- la mesure de la fertilité des sols
- l'estimation du rendement des cultures
- le calcul des coûts et des bénéfices
- la conversion des unités et la mesure de la superficie
- le classement et la description des semences

Il est important de savoir que les mathématiques sont partout et que, comme

3. Exercice (25 min)

L'animateur donne aux participants différents scénarios et leur présente 3 tâches :

1. Calculez les mètres carrés de champ dont vous aurez besoin pour récolter 25 tonnes de votre production.
2. De quelle quantité d'eau et d'engrais aurez-vous besoin pour entretenir les cultures?
3. Calculez la surface de stockage qui serait nécessaire

Scénario 1

Vous avez une ferme dédiée à la plantation de maïs pour l'alimentation du bétail.



Image 1: Wikimedia Commons

Détails sur la culture :

- Un plant de maïs peut donner 3 épis.
- Son temps de développement est de 6 mois (plantation en mars et récolte en septembre).
- Pour récolter 1 tonne de maïs, le cultivateur doit planter 80 000 graines/ha
- 1000 graines pèsent 2 kg 1000 seeds weights 2 kg

Hydratation nécessaire : les 3 premiers mois : 2 fois par semaine / environ 15 ml/m² puis une fois par semaine.

Fertilisation : tous les 2 mois, 1,5 kg d'engrais pour 250 kg de graines

Stockage :

Le maïs peut être stocké dans des silos en forme de cylindre. Un silo peut contenir 5 kg/m³

Vous avez des silos de 12 m de diamètre et de 18 m de hauteur. De combien de silos avez-vous besoin pour stocker toutes vos récoltes ?

Important : le maïs doit être séché avant d'être stocké à long terme et pendant ce processus, il perd 15% de son volume d'humidité.

Scénario 2

Vous avez une ferme dédiée à la culture des choux de Bruxelles pour la chaîne de magasins écologiques.



Image 2: Rynek Rolny

Détails sur la culture :

- Un buisson peut pousser de 60 pièces environ
- Pour récolter une tonne de choux de Bruxelles, un agriculteur doit planter 2000 plantes/ha
- Sa durée de développement est de 5 mois (plantation en avril et récoltes en septembre).
- Un chou de Bruxelles pèse 16 g

Besoins en hydratation : Les 3 premiers mois : 1 fois / semaine environ 50 ml/m² puis 2 fois par mois.

Fertilisation : 3,3 kg d'engrais pour produire 1 tonne. Les choux de Bruxelles ont besoin d'être fertilisés deux fois : 2 semaines après la plantation et une semaine avant la récolte en août.

Besoins de stockage : 30 % des récoltes sont vendues juste après la récolte. Comme le chou de Bruxelles conserve ses caractéristiques nutritionnelles après la congélation, la ferme congèle le reste des cultures dans des boîtes contenant 20 kg de chou de Bruxelles. Combien de boîtes faut-il pour contenir tous les choux de Bruxelles qui n'ont pas été vendus immédiatement ?

Informations pour l'animateur

Sujet : Tâche supplémentaire

Instructions : Selon le niveau d'engagement, vous pouvez ajouter des tâches supplémentaires aux deux scénarios, comme par exemple:

- Il y a eu une forte pluie cette année. Vous perdez 15% des récoltes. Combien de tonnes aurez-vous à la fin ?
- Il existe dans votre pays une nouvelle législation qui permet aux agriculteurs d'obtenir une subvention de 200 euros par mètre carré de leur champ. Combien en recevrez-vous ?

Informations pour l'animateur

Sujet : Réponses à la question 1 : Calculez les mètres carrés de champ dont vous aurez besoin pour récolter 25 tonnes de votre culture.

- **Scénario 1:** pour récolter 1 tonne de maïs, l'agriculteur doit planter 80 000 graines/ha ; par conséquent, pour récolter 25 tonnes, l'agriculteur doit planter 2 millions de graines et cela nécessite 25 hectares, soit 250 000 m²
- **Scénario 2:** pour récolter 1 tonne de choux de Bruxelles, l'agriculteur doit planter 2000 plantes/ha, donc pour en récolter 25t, il devrait planter 50 000 graines et cela nécessite 25ha

Informations pour l'animateur

Sujet : Réponses à la question 2 : De quelle quantité d'eau et d'engrais aurez-vous besoin pour entretenir les cultures?

- **Scénario 1:**

Engrais : 1,5 kg d'engrais est nécessaire pour 250 kg de semences. 1000 graines pèsent 2 kg. Pour récolter 25 tonnes de maïs, le cultivateur doit planter 2 millions de graines qui pèsent 4000 kg. Cela signifie que pour un processus de fertilisation, l'agriculteur a besoin de 24 kg. Comme le processus doit être effectué 3 fois, l'agriculteur a besoin de 72 kg d'engrais

Eau : 15 ml sont nécessaires pour 1m² de terrain. Pour arroser un champ entier, l'agriculteur a donc besoin de 3750 litres d'eau. Pendant les 3 premiers mois, il doit le faire deux fois par semaine (8 fois par mois). $3 \times 8 \times 3750 = 90\ 000$ litres d'eau pour les 3 premiers mois.

Il peut ensuite être arrosé une fois par semaine (4 fois par mois). $3 \times 4 \times 3750 = 45\ 000$

Au total, pour l'ensemble des besoins des agriculteurs de la plantation : $45\ 000 + 90\ 000 = 135\ 000$ litres d'eau

- **Scénario 2:**

Engrais : 3,3 kg d'engrais sont nécessaires pour produire 1 tonne de plantes. Cela signifie que pour un processus de fertilisation, l'agriculteur a besoin de 82,5 kg. Comme le processus doit être effectué 2 fois, l'agriculteur a besoin de 165 kg d'engrais

Eau : 50 ml sont nécessaires pour 1m² de terrain. Pour arroser un champ entier, l'agriculteur a donc besoin de 12 500 litres d'eau. Pendant les 3 premiers mois, il doit le faire une fois par semaine (4 fois par mois). $3 \times 4 \times 12\ 500 = 150\ 000$ litres d'eau pour les 3 premiers mois.

Ensuite, il peut être arrosé 2 fois par mois. $2 \times 2 \times 12\ 500 = 50\ 000$

Au total, pour l'ensemble des besoins des agriculteurs de la plantation : $50\ 000 + 150\ 000 = 200\ 000$ litres d'eau

Informations pour l'animateur

Sujet : Réponses à la question 3: Calculer la surface de stockage qui serait nécessaire

- **Scénario 1:**

Volume du cylindre : $V = \pi * r^2 * h$

r - rayon

h - hauteur

Un silo peut contenir 2035,75 m³ au total.

Un silo peut contenir 5kg/m³

$1357,17 \text{ m}^3 \times 5 = 6785,85 \text{ kg} = 6,8\text{t}$ (arrondi)

L'agriculteur a récolté 25 t de cultures, mais comme elles sèchent, elles perdent 15% de leur volume, il a donc besoin d'espace pour 21,25 t ($25 \times 0,15 = 3,75$, $25 - 3,75 = 21,25 \text{ t}$)

21,25t nécessitent donc 3 125 silos.

- **Scénario 2:**

30% de la récolte est vendue immédiatement. La récolte totale est de 25 000 kg et 30% de 7 500, soit $25\ 000 \text{ kg} - 7\ 500 \text{ kg} = 17\ 500 \text{ kg}$

Une boîte contient 20 kg. Pour 17 500 kg de choux de Bruxelles qui n'ont pas été vendus, l'agriculteur a besoin de 875 boîtes.

4. Séance de débriefing (10 minutes)

Informations pour l'animateur

Sujet : Exemples de questions de débriefing

Instructions : Après avoir résolu les exercices, l'animateur pose des questions de débriefing:

- Comment cette expérience change-t-elle votre point de vue sur les questions posées lors de l'échauffement ?
- Comment pensez-vous que la technologie peut aider les agriculteurs dans cette tâche ?
- Où d'autre pouvez-vous voir l'application des mathématiques à l'agriculture ?

5. Références

Joanna Żołnierkiewicz "Brukselka uprawa odmiany i wymagania" (2020) Rynek Rolny 16.09.2020 from <https://www.rynek-rolny.pl/artukul/kapusta-brukselska-brukselka-uprawa-odmiany-i-wymagania.html>

Wikimedia Commons (2.08.2020) Corn field. Retrieved 31.08.2020 [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agriculture_-_Corn_Field_\(45691292921\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agriculture_-_Corn_Field_(45691292921).jpg)



Activité 4 - Construire une ferme

- **Champ STEM:** Ingénierie
- **Calendrier indicatif :** toute l'année, mais elle peut être réalisée au printemps, lorsque le processus d'ensemencement commence dans les exploitations
- **Durée de l'activité :** 60 minutes
- **Type d'activité :** Activité en salle
- **Objectifs pédagogiques :**

À l'issue de cette activité, les participants pourront discuter de certains aspects de la planification agricole.

- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises :**
 - Amélioration de la collaboration entre les groupes
 - Connaissances de base sur la façon de planifier les différentes caractéristiques de l'exploitation

- **Matériel et ressources nécessaires :**

Papeterie : feuilles de papier pour tableau de conférence (comme base pour la construction), marqueurs et boîtes de blocs (ex. Lego) 1 boîte pour chaque équipe, plasticine.

Sessions de préparation

Le nombre de personnes idéal pour cette activité est de 2 à 3 équipes de 4 à 6 personnes (soit 8 à 18 personnes).

1. Préparer le terrain (5 minutes)

Informations pour l'animateur

Sujet : Présentation de l'activité

Instructions : Vous jouez le rôle de représentant de l'UE qui donne aux juges du concours le "prototype Smart FARM" et vous devez communiquer les messages suivants:

1. Toutes les équipes construiront un seul produit - une SMART FARM qui utilise l'une des technologies choisies (comment cela fonctionne-t-il, ils peuvent faire appel à leur imagination 😊)
2. La ferme intelligente avec certaines caractéristiques.
3. Les principaux éléments de construction sont des blocs, bien que tout autre matériau puisse être utilisé en complément.
4. L'animateur sera impliqué dans le processus de développement en étant disponible pour répondre aux questions et fournir un retour

2. Session principale (10 minutes)

Une fois que les animateurs ont expliqué les règles et convenu du processus, c'est le moment de partager les caractéristiques de l'exploitation. L'animateur peut le faire en montrant un ensemble de notes autocollantes préparées par l'équipe et accrochées à une feuille de tableau de papier. Gardez-les visibles pour que toutes les équipes puissent les voir.

L'exploitation doit comprendre les éléments suivants :

- 2-2 ou 3 bâtiments d'un seul étage
- réservoir d'eau
- le stockage des outils
- certains équipements agricoles
- maison pour la famille d'agriculteurs
- champ de légumes pour l'alimentation animale
- le stockage de l'engrais
- champ pour les légumes à vendre sur le marché
- salle de stockage des récoltes
- rivière (peut être dessinée)

Liste des technologies parmi lesquelles les participants peuvent choisir :

- des microprocesseurs pour la surveillance des plantes
- une station hydroélectrique moderne
- l'énergie solaire
- système de fertilisation
- centrale éolienne

Les participants peuvent choisir 1 outil technologique.

3. Exercice (30 minutes)

Building Process

The teams use the flipchart as the base of the farm and all the materials are provided by the facilitator.

Following this, each team makes a short 3 min presentation about their creation and the solutions they have used.

4. Session de débriefing (5-10 minutes)

Informations pour l'animateur

Après la présentation, l'animateur pose des questions de débriefing à toutes les équipes :

- Quel a été le défi de cette expérience ?
- Que feriez-vous différemment si vous recommenciez ?
- Quelle technologie pourrait être utile pour créer une meilleure exploitation agricole ?

5. Références

Plays in business (12.09.2015) LEGO Scrum City game. Retrieved 16.09.2020
<https://www.plays-in-business.com/download/lego-scrum-city-gaming-instructions/>

Activité 5 - Chasse 'Perma-venger' hunt

- **Champ STEM** : Biologie
- **Calendrier indicatif**: du printemps à l'automne - tant qu'il fait bon pour que les participants puissent rester à l'extérieur
- **Durée de l'activité**: Environ 1 heure (Tout dépend de la taille de la ferme et du nombre d'items que les participants ont besoin de trouver)
- **Type d'activité**: A l'extérieur
- **Objectifs pédagogiques** : À la fin de cette activité, les participants seront en mesure de décrire la vie à la ferme et son fonctionnement.
- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises**:

Ce type d'activité peut être utilisé pour la première rencontre avec la ferme et il permet aux participants d'explorer l'environnement à leur propre rythme. La "fiche plante" incluse dans la chasse permet également de mieux connaître ce qui est produit à la ferme.

- **Matériel et ressources nécessaires**: feuille imprimée pour la chasse au trésor + feuille de papier + une récompense

Sessions de préparation

1. Description et/ou instructions étape par étape

Informations pour l'animateur

Sujet: Description de l'activité

Instructions: *Cette activité peut être réalisée individuellement ou en petits groupes (max. 3 personnes). La décision revient à l'animateur. Le nombre minimum de participants suggéré est de 3 personnes.*

1. Avant l'activité, préparez une liste des objets que les joueurs doivent trouver. Il peut s'agir de plusieurs choses : une pièce d'équipement, un produit fabriqué à la ferme ou une plante spécifique. Certains des objets peuvent être cachés à différents endroits de la ferme, certains sont déjà là et c'est à l'imagination des participants de les trouver.
2. En fonction de la taille de votre installation, fixez le temps nécessaire pour mener à bien la chasse. La durée maximale suggérée est d'une heure.
3. Si les participants sont jeunes ou si la ferme est très grande, vous pouvez marquer les objets en couleur afin qu'ils sachent qu'ils ont trouvé un indice.
4. Pour rendre la chasse plus éducative, préparez les "cartes de plantes" qui contiendront des informations sur les légumes ou les fruits que l'on peut trouver dans la ferme. Les cartes devraient être disponibles pour que les participants les emportent chez eux.
5. Préparez une récompense pour le gagnant (ou l'équipe gagnante de la chasse). Cela constituera une motivation supplémentaire pour terminer l'activité à temps. Vous pouvez choisir le prix que vous voulez, mais vous devez garder à l'esprit l'âge de vos joueurs. Il peut s'agir, par exemple, d'un panier de produits de votre ferme, d'un bon pour un cours de cuisine ou d'une leçon gratuite d'équitation.
6. Lorsque l'heure de la chasse est terminée, préparez un signal pour faire savoir aux participants qu'il est temps de se rassembler.

Informations pour l'animateur

Sujet: Préparation des cartes

Instructions: *Les cartes des plantes et la carte de la chasse au trésor ne sont que des exemples et vous n'êtes pas obligé de les suivre à la lettre. Elle peut être facilement adaptée à vos besoins et aux ressources dont dispose l'agriculteur.*

EXEMPLE DE CARTE PLANTES

NAME OF THE PLANT
basic information about the plant

information about the soil

hydration needs

fertilization needs

information about harvesting

information about nutrition

Green STEAM Incubator

CARTE À IMPRIMER

information about the soil

hydration needs

fertilization needs

information about harvesting

information about nutrition

Green STEAM Incubator

3. Références

Plant cards: Erasmus+ Living STEM project (2020, September 28)

<https://www.livingstem.eu/en/resources/deck-of-cards/>

WikiHow (15.03.2020) *How to create a scavenger hunt*. Retrieved 16.09.2020

from <https://www.wikihow.com/Create-a-Scavenger-Hunt>

Activité 6 - Cours de cuisine durable

- **Champ STEM:** Biologie, Ecologie
- **Calendrier indicatif:** Tout au long de l'année
- **Durée de l'activité:** 60-90 minutes
- **Type d'activité:** En salle ou en plein air, atelier

- **Objectifs pédagogiques:**

L'objectif de cette activité est de sensibiliser les participants à la manière dont les habitudes alimentaires d'une personne affectent la santé humaine, l'environnement et la planète entière, afin de les améliorer et d'inciter les jeunes à consommer de manière plus responsable et durable.

- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises**

À la fin de cette activité, les participants vont:

- En savoir plus sur l'objectif de Développement Durable 2
- Comprendre le cycle de la cuisine durable
- Acquérir des connaissances sur la manière de développer des attitudes durables en matière de cuisine
- Renforcer leur esprit critique

- **Matériel et ressources nécessaires**

Accès à Internet, cahiers, post-it, stylos, tableau de conférence et marqueurs, copies de l'étude de cas.

Pour l'"Activité 3 - Mettre en pratique ce que vous prêchez", considérez les besoins : Poêle/poêle, cuisinière, spatule, légumes de saison, herbes aromatiques, sel, poivre, huile d'olive, eau.

Sessions de formation

1. Préparation (5 minutes)

Avant l'atelier, l'animateur prépare quelques questions, afin de présenter aux participants le sujet de l'activité. Par exemple :

Au début de l'atelier, l'animateur demande aux participants de s'asseoir en cercle.

- À quelle fréquence vous ou d'autres membres de votre famille cuisinez à la maison? Pour combien de personnes ?
- La cuisine est-elle quelque chose que vous aimez ? Pourquoi est-ce/ Pourquoi pas?
- Avez-vous des restrictions alimentaires particulières ? Si oui, comment ces restrictions influencent-elles vos habitudes de consommation ?
- Comment vous procurez-vous vos ingrédients ? Faites-vous vos courses au supermarché, au marché local, dans une ferme, etc.
- Consommez-vous en fonction de normes qui vous empêcheraient d'acheter un produit ? (ex. Si vous essayez de réduire votre utilisation de plastique et qu'un produit est emballé avec du plastique à usage unique, l'achèteriez-vous quand même) ?

2. Session principale (15 minutes)

L'animateur introduit officiellement le sujet de la cuisine durable en donnant la définition de la notion et en expliquant son importance au niveau personnel, communautaire et mondial.

Cet exercice peut également être réalisé en divisant les participants en 3 groupes et en leur demandant de faire des recherches sur les points ci-dessus ou en adressant aux participants les questions suivantes, qui peuvent être discutées en séance plénière.

- Que pensez-vous de la cuisine durable ? Est-ce quelque chose qui commence dans la cuisine ?
- Pourquoi est-il important de cuisiner durablement ? Comment cela vous



Informations pour l'animateur

Sujet: Définition de la cuisine durable

La cuisine durable est une façon de préparer un repas d'une manière qui soit bénéfique pour la santé, l'environnement et, en fin de compte, pour la planète entière" (Marcovic, 2018). La cuisine durable ne commence pas nécessairement dans la cuisine, lorsque tous les ingrédients sont déjà dans la casserole. Au contraire, c'est un processus qui implique toutes les étapes de:

- **Production** : Le produit a-t-il été fabriqué selon des méthodes biologiques/permaculture ou conventionnelles ? Où les conservateurs et/ou les pesticides chimiques ont-ils été utilisés ?
- **Emballage** : Le produit est-il emballé dans du plastique à usage unique ou dans un emballage écologique ?
- **Voyages** : Le produit est-il local ou est-il venu de l'autre bout du monde pour vous rejoindre ?
- **Approvisionnement** : Le produit a-t-il été acheté sur un marché local, dans une ferme ou un supermarché ? Les agriculteurs travaillent-ils dans des conditions équitables et sûres ?
- **La préparation des repas** : Quelle quantité d'énergie et d'eau a été dépensée pour préparer un repas ? Achetez-vous des aliments locaux, saisonniers et respectueux de l'environnement ? Cuisinez-vous des aliments sains ou de manière saine ?
- **Consommation** : La production de produits comme la viande et les produits laitiers nécessite plus de ressources et d'énergie que celle des légumes, ce qui entraîne une augmentation des émissions de gaz à effet de serre, une faune moins riche et une plus grande empreinte carbone. En outre, la consommation de fruits, de légumes et de céréales améliore la santé des personnes. Enfin, achetez en fonction de vos besoins et non de vos pulsions.

- **et les déchets** : Comment les restes sont-ils réutilisés ? En outre, le recyclage et le compostage peuvent réduire la quantité de déchets dans les décharges et l'impact sur le climat.

Les éléments ci-dessus sont des étapes déterminantes dans le processus d'une cuisine plus durable. Des étapes au cours desquelles le consommateur - lorsqu'il cuisine à la maison, plutôt que d'acheter des aliments prêts à l'emploi - a le droit de faire un choix qui aura un impact positif sur l'environnement, depuis l'achat d'ingrédients jusqu'à la réduction des déchets alimentaires. Car "la nourriture ne doit pas être une menace pour la durabilité, mais une source de développement durable" (#recipe4change, n.d.). Ainsi, en modifiant notre façon de cuisiner, nous pouvons également contribuer à atteindre l'objectif "zéro faim dans le monde" (Objectif 2 du développement durable).

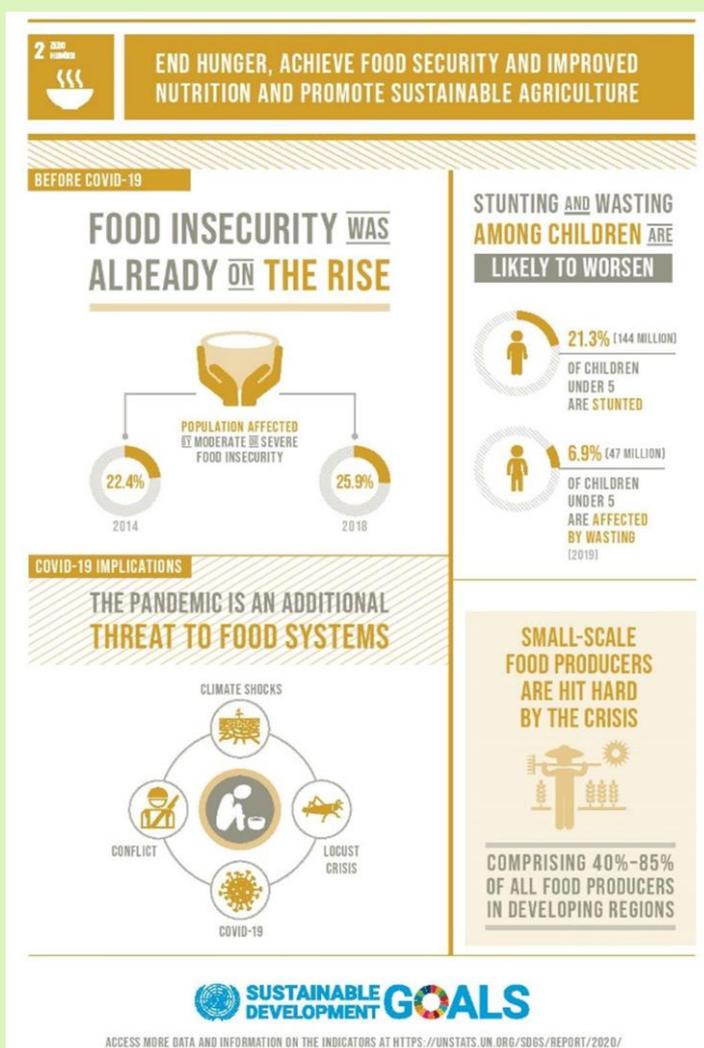


Image 1: UN, 2020, p. 7

3. Exercices (40-70 min)

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Recherche de groupe

Instructions: L'animateur divise les participants en 3 groupes et leur demande de faire des recherches en ligne et de discuter. Les participants peuvent prendre 15-20 minutes, après quoi ils présenteront leurs résultats à l'ensemble du groupe.

A. Pensez à d'autres avantages ou inconvénients que le changement de mentalité envers la cuisine peut avoir sur:

- A niveau personnel;
- A niveau communal;
- A niveau global;

B. Existe-t-il des initiatives locales/ nationales/ mondiales qui soutiennent la

Information pour l'animateur

Sujet: Exemples d'avantages de la cuisine durable

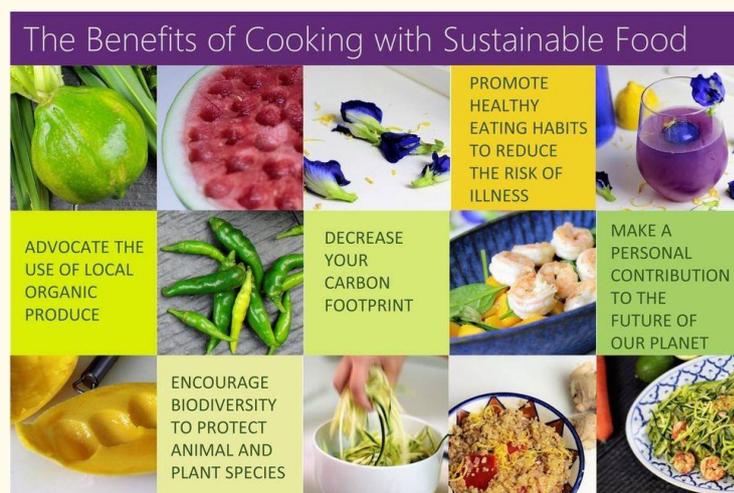


Image 2: Kaufmann, 2017

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Cas d'étude

Instructions: L'animateur demande aux participants de s'asseoir en cercle et présente le scénario suivant au groupe. Les participants auront 15-20 minutes pour ajuster le scénario, afin qu'il présente des comportements de cuisine plus

Scénario :

C'est un peu après le Nouvel An en Europe centrale et Daniel reçoit ses amis pour une pendaison de crémaillère. Il aimerait cuisiner quelque chose de spécial, mais de facile dans sa nouvelle cuisine. Il choisit de faire préparer une ratatouille et se rend au supermarché avec sa liste de courses (image 3), même si un marché local se trouve à deux pas de là. Comme la saison des légumes de la recette est l'été, il a la possibilité d'acheter des légumes surgelés ou importés d'Amérique latine. Il opte pour la deuxième option et, en allant aux caisses, prend aussi une bouteille de vinaigre de vin rouge, bien qu'il ait déjà du vinaigre de cidre à la maison.

Ingredients

2 large [aubergines](#)

4 small [courgettes](#)

2 [red or yellow peppers](#)

4 large [ripe tomatoes](#)

5 tbsp [olive oil](#)

supermarket pack or small bunch [basil](#)

1 medium [onion](#), peeled and thinly sliced

3 [garlic cloves](#), peeled and crushed

1 tbsp red wine vinegar

1 tsp [sugar](#) (any kind)

Image 3: Good Food, 2006

Avec un certain retard, il rentre chez lui, où il suit les instructions de la recette. Il remplit ses casseroles d'eau et il règle le four à la chaleur maximale pour rattraper le temps manquant. Il hache ses légumes, jette les tiges dans la poubelle et les fait cuire. Pour finir, une fois le repas prêt, il le met au four pour le garder au chaud.

Lorsque ses invités arrivent, ils profitent du repas et ils mangent la plus part, n'en laissant qu'une demi-portion. Plus tard, alors que Daniel nettoie, il décide que les restes car cela ne suffit pas pour faire un autre repas, alors il les jette dans la poubelle et va se reposer.

=> Pouvez-vous nous indiquer des comportements positifs ou négatifs en matière de cuisine durable dont Daniel est l'exemple ? Pouvez-vous penser à des habitudes que Daniel pourrait changer, afin de cuisiner de manière plus durable ?

Information pour l'animateur

Sujet: Solutions potentielles de l'exercice

Comportements positifs	Comportements négatifs	Habitudes à changer
La recette ne nécessite que des produits à base de plantes.	Daniel se rend au supermarché, plutôt qu'au marché local, même s'il a la possibilité.	Il peut plutôt visiter un marché local ou une ferme.
Daniel a préparé une liste de courses.	Daniel achète des légumes de l'autre côté de l'océan, qui ont voyagé pendant quelques jours et ont probablement été conservés chimiquement pour garder leur fraîcheur.	Il pourrait plutôt modifier la recette pour s'adapter aux ingrédients locaux et saisonniers.
Daniel a acheté la plupart de ses ingrédients en se basant sur la liste, réduisant ses dépenses et achetant en fonction de ses besoins.	Daniel achète une autre bouteille de vinaigre.	Il aurait pu utiliser le vinaigre de cidre de pomme qu'il a déjà chez lui.

	<p>Daniel remplit ses casseroles d'eau et met le feu au maximum. Finalement, il utilise aussi le four.</p>	<p>Il aurait pu avoir besoin de moins de ressources et d'énergie, s'il avait utilisé moins d'eau, réduit la chaleur de la cuisinière et éteint le four.</p>
	<p>Daniel jette les tiges des légumes et le reste du repas dans la poubelle.</p>	<p>Daniel pourrait replanter les tiges pour créer son propre jardin. Il aurait pu servir le reste de la nourriture avec un plat d'accompagnement. Il aurait également pu composter les restes et recycler tous les autres contenants d'ingrédients.</p>

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Pratiquez ce que vous prêchez!

Instructions: Si l'atelier se déroule dans une ferme, l'animateur peut consacrer 30 minutes supplémentaires à une activité de cuisine.

Dans le cadre de la visite sur le terrain d'une ferme, les participants et l'animateur peuvent collecter leurs propres ingrédients de saison et préparer sur place une délicieuse recette de leur choix basée sur les principes de la cuisine durable.

4. Séance de débriefing (5 minutes)

Information pour l'animateur

Sujet: Exemples de questions de débriefing

Instructions: A la fin de l'atelier, l'animateur pose quelques questions de débriefing.

1. Votre expérience à l'atelier a-t-elle changé votre point de vue concernant les questions posées lors de la séance d'échauffement ?
2. Pensez-vous que vous pouvez utiliser ce que vous avez appris aujourd'hui dans votre vie quotidienne ?
3. Pouvez-vous indiquer quelques principes de cuisine durable que vous aimeriez adopter maintenant?

5. Références pour l'activité 6

#recipe4change: What is sustainable cooking. (n.d.) Sustainable Development Goals Fund website. Retrieved on August 27, 2020 from: <https://www.sdgfund.org/what-sustainable-cooking>

Easy Cooking with Sustainable Food by Kiana Kaufmann. (2017, November 2). *What are the Benefits of Cooking with Sustainable Food?* [Image attached] [Facebook post]. Facebook.

<https://www.facebook.com/SustainableCooking/photos/a.502032310181278/50317070067439/?type=3&theater>

Good Food BBC (2006). "Ratatouille". BBC Good Food website. Retrieved on August 27, 2020 from: <https://www.bbcgoodfood.com/recipes/ratatouille>

Markovic M. (2018). "Sustainable Cooking". *Social Innovation & Inclusion of Sustainable Development Goals – sociSDG*. Retrieved on August 27, 2020 from: <http://socisdg.com/en/blog/sustainable-cooking/#:~:text=Sustainable%20cooking%20is%20a%20way,cooking%20starts%20outside%20the%20kitchen.>



United Nations (2020), “Infographic: End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture” in “The Sustainable Development Goals Report 2020”. *United Nations Statistics Division*. Retrieved on August 28, 2020 from: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>

United Nations (n.d.). “Goal 2: Zero Hunger”. *United Nations’ Sustainable Development Goals website*. Retrieved on August 27, 2020 from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/>

Activité 7 - Créer votre propre jardin communautaire

- **Champ STEM** : Science, Biologie : Botanique, écologie, permaculture
- **Calendrier indicatif** : Toute l'année, en fonction des plantes sélectionnées
- **Durée de l'activité** : 130 minutes
- **Type d'activité** : En plein air, atelier
- **Objectifs pédagogiques** :
L'objectif de cette activité est d'enseigner aux jeunes le processus de plantation, de culture et de récolte de divers légumes et herbes aromatiques basé sur des méthodologies de permaculture dans le but de créer leur propre jardin communautaire.
- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises** :
À la fin de cette activité, les participants vont :
 - reconnaître les avantages d'un jardin communautaire
 - se renseigner sur les méthodologies de la permaculture et la conception de la polyculture
 - d'acquérir des connaissances sur les besoins fondamentaux de diverses plantes (besoins en soleil et en eau, sol de plantation, profondeur de plantation, etc.)
 - de cultiver leur sens des responsabilités
 - développer leurs compétences en matière de recherche, d'autonomie, d'analyse et d'esprit critique
 - ont créé leur propre jardin communautaire
- **Matériel et ressources nécessaires**
Accès à Internet, cahiers, post-its, stylos, tableau de conférence et marqueurs, outils de jardinage (truelle, râteau, gants), boîtes ou pots improvisés, divers types de terre, disponibilité de la lumière du soleil et de l'eau, semences (sous réserve de modifications en fonction de ce que les participants choisiront de planter)

Séances de formation

1. Préparation (10 min)

Avant l'atelier, l'animateur prépare quelques questions pour introduire progressivement les participants au sujet de l'activité. L'animateur peut également apporter des légumes et des herbes de saison pour montrer aux participants.

Par exemple:

- Avez-vous de l'expérience dans le domaine du jardinage ? Si oui, qu'avez-vous planté jusqu'à présent et où ?
- Pouvez-vous nommer certains des légumes et des herbes que vous voyez ici ?
- Pensez-vous qu'il y a des avantages à cultiver vos propres plantes ? Oui/Non et quels sont-ils ?
- Connaissez-vous le concept de jardin communautaire ?

Au début de l'atelier, l'animateur place les légumes et les herbes devant eux, demande aux participants de s'asseoir en cercle et pose ces questions au groupe pour susciter une discussion.

2. Séance principale (60 min) :

L'animateur présente les trois principaux concepts de l'activité (c'est-à-dire le jardin communautaire, la permaculture, la polyculture) afin de donner aux élèves un certain contexte.

Pour les concepts qui ne sont pas très techniques, comme le jardin communautaire, l'animateur peut diviser les participants en groupes pour discuter de questions comme les suivantes, avant de leur demander de partager leurs idées en discussion plénière.

- Que pensez-vous qu'un jardin communautaire soit ? Connaissez-vous le concept ? Comment l'imaginez-vous ?
- Quelles sont les différences entre un jardin moyen et un jardin communautaire ?
- Pensez-vous que le concept de jardin communautaire présente des avantages ou des inconvénients ?

Informations pour l'animateur

Sujet: Définition d'un jardin communautaire

Un jardin communautaire est une parcelle de terrain partagée, où un groupe de personnes (souvent du voisinage) cultive et récolte ensemble des fruits, des légumes et des fleurs pour le bénéfice du groupe et de la communauté au sens large. Ce concept vise à partager le travail et le produit final, de sorte qu'il attire des personnes de différents groupes d'âge et de différentes cultures.

Un jardin communautaire peut être structuré de plusieurs façons (par exemple, en plantant directement dans le sol (image 1), dans des parterres surélevés (image 2) ou dans le jardin d'un espace public, comme une maison de culte) et peut répondre à différents besoins, ce qui signifie que la récolte peut servir aux jardiniers et à la communauté ou qu'elle peut être vendue au marché local et utilisée dans les restaurants).



(Image 1: Merton, 2015)



(Image 2: Urban Abroad, n.d.)

Une autre caractéristique qui rend chaque jardin communautaire unique est l'ensemble de "règles de base" qui le sous-tend. Les règles de base sont une forme d'accord entre les participants au jardin sur la manière dont le jardin communautaire sera géré et exploité, qui doit être respecté par tous les membres. Par exemple, une fois l'emplacement du jardin choisi, les membres peuvent décider s'ils souhaitent cultiver des légumes, des herbes, des fruits et des fleurs ou seulement un/une partie des éléments ci-dessus, s'ils utiliseront des méthodes de jardinage conventionnelles ou de permaculture (par exemple s'ils utiliseront des engrais chimiques ou du compost) et comment assurer la rotation des responsabilités entre les membres du groupe, entre autres. Comme la nature d'un jardin communautaire est basée sur la collectivité, la coopération et l'inclusion, les voix de tous les participants méritent d'être entendues lors de la prise de telles décisions.

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Création d'un "contrat" de jardin communautaire

Instructions: L'animateur demande au groupe et note le "contrat" sur le tableau.

Quelles règles de base seraient importantes pour vous dans un jardin communautaire ?

Citez jusqu'à 10 exemples.

Informations pour l'animateur

Sujet: Exemple de "contrat" de jardin communautaire

Community Garden Swap Guidelines:

- Label Your Plants
- Take what you NEED
- Save some for others, if there is multiples
- Seed Packages MUST be SEALED, loose seeds are messy
- This is NOT a garbage bin
- Please respect peoples personal property
- Do not REMOVE box
- Honor system in affect



WWW.NOTEFULLIVING.COM

(Image 3: Noteful Living, 2020)

Informations pour l'animateur

Sujet : Les avantages d'un jardin communautaire

Instructions : L'animateur présente aux participants les avantages potentiels du

Les jardins communautaires sont une ressource immensément précieuse pour les quartiers et présentent un certain nombre d'avantages :

- Un espace vert ouvert qui contribue à une meilleure qualité de vie ;
- Un lieu pour accueillir des activités récréatives, thérapeutiques et éducatives liées à l'exercice physique, aux exercices anti-stress et aux pratiques agricoles ;
- Un endroit où l'on peut cultiver des aliments biologiques de manière durable, développant ainsi une culture d'autosuffisance (McGuire, n.d.) et des habitudes alimentaires saines ;
- Grâce à l'interaction sociale, les voisins créent un sentiment de connexion et de communauté, qui à son tour contribue à prévenir la criminalité (Merton, 2015), crée des liens intergénérationnels et accroît la sensibilisation interculturelle ;
- Les participants acquièrent des compétences en matière de culture des plantes, ce qui peut avoir un effet stimulant sur le plan mental (satisfaction personnelle) ;
- Les jardins communautaires contribuent à un environnement plus propre et plus frais par rapport aux zones pavées, car les plantes ajoutent de l'oxygène, réduisent la pollution de l'air, absorbent l'eau de pluie et sont idéales pour le compostage ;
- Ils augmentent la pollinisation entre les plantes, ce qui est bénéfique pour les abeilles et d'autres pollinisateurs menacés (McGuire, n.d.).

Information pour l'animateur

Sujet: Les pratiques de permaculture

Instructions: L'animateur peut coller les quatre citations suivantes sur le tableau de conférence pour donner aux participants une première idée de la permaculture.

“La permaculture offre des moyens de concevoir des habitats humains, des lieux de vie pour les gens, qui fonctionnent avec la nature.” (The basics: What is permaculture, n.d.)

“L'un des aspects les plus importants de la permaculture est qu'elle est fondée sur une série de principes qui peuvent être appliqués à n'importe quelle circonstance - l'agriculture, l'urbanisme ou l'art de vivre. Le cœur de ces principes est constitué par les relations de travail et les liens entre toutes les choses.”

— Juliana Birnbaum Fox, Sustainable Revolution: Permaculture in Ecovillages, Urban Farms, and Communities Worldwide (Permaculture quotes, n.d.)

“Partout dans le monde et tout au long de l'histoire, les cultures qui ont développé des relations stables et durables avec la nature l'ont fait par l'observation - un principe fondamental de la permaculture.”

— Juliana Birnbaum Fox (Permaculture quotes, n.d.)

“L'éthique de l'utilisation des terres en permaculture nous invite à protéger les écosystèmes intacts là où ils subsistent et, là où les écosystèmes ont été détruits, à contribuer à leur restauration. La permaculture suggère également que nous prenions soin de la terre tout en prenant soin des gens.”

— Juliana Birnbaum Fox (Permaculture quotes, n.d.)

Information pour l'animateur

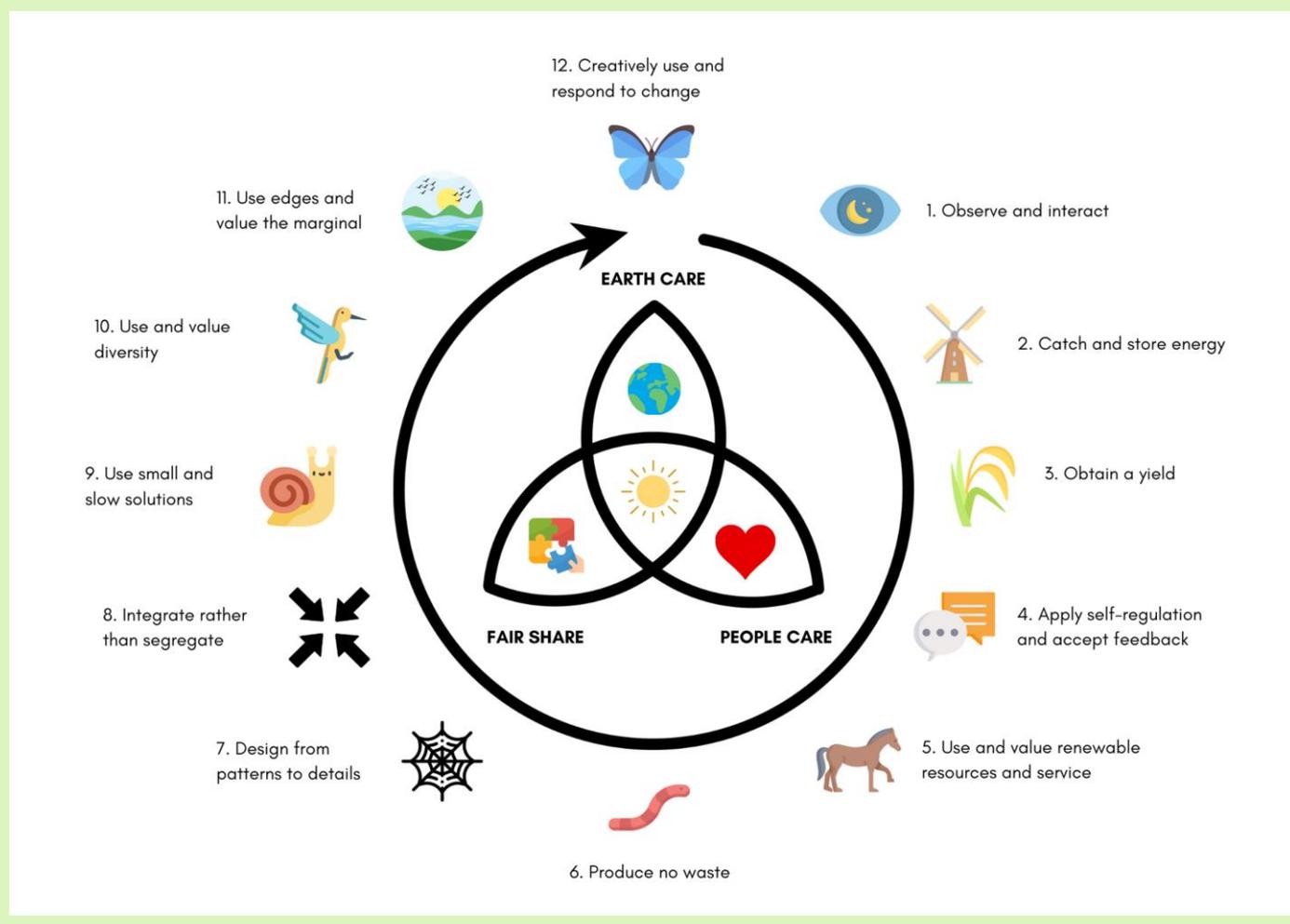
Sujet: Définition de la permaculture

Instructions: L'animateur aide les participants à trouver une définition de la permaculture, sur la base des citations ci-dessus et de toute connaissance de base.

Exemple de définition:

Le mot permaculture vient de "agriculture permanente" et désigne une approche conceptuelle de l'agriculture, qui s'appuie sur notre compréhension du fonctionnement de la nature (The basics: What is permaculture, n.d.)

La permaculture a 3 éthiques et est basée sur 12 principes de conception:



Pour l'exercice avec les participants

Sujet: L'application des principes de la permaculture dans les pratiques de la vie quotidienne.

Instructions: Les participants répondent aux questions ci-dessous dans le cadre d'une discussion plénière.

Pouvez-vous réfléchir à la manière dont ces 12 principes peuvent être mis en œuvre dans la pratique ? Comment faire pour ne pas produire de déchets dans votre jardin communautaire ou stocker de l'énergie?

Information pour l'animateur

Sujet: Exemples d'applications des principes de la permaculture dans la vie quotidienne

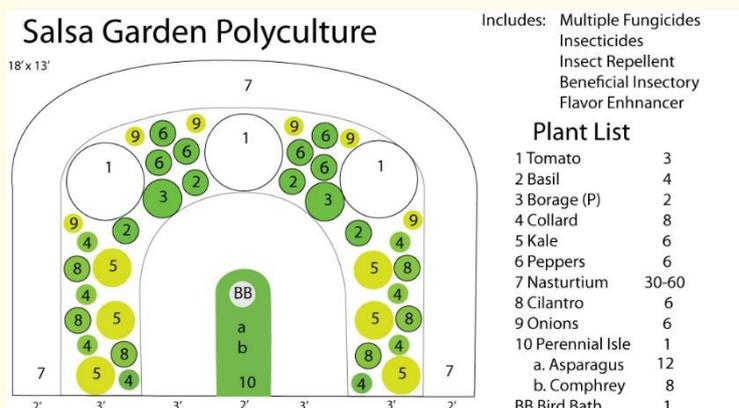
1. Utilisez votre meilleur endroit pour cultiver des légumes en lits permanents
2. Cultivez des légumes et des herbes vivaces adaptés à votre site, à votre sol et à votre climat
3. Utiliser le paillage, l'irrigation goutte à goutte et le compostage pour minimiser les apports d'eau et éliminer les déchets
4. Utiliser les énergies renouvelables et stocker l'eau de pluie
5. Réduire ou créer zéro déchet par le compostage (Pleasant, 2012)

Information pour l'animateur

Sujet: Définition de la conception de la polyculture

Les polycultures ou les guildes sont un élément nécessaire de la conception de la permaculture. En d'autres termes, la culture de diverses plantes, qui sont des "associés naturels" dans la même zone (Polyculture Design, n.d.). Cette méthodologie est conçue pour optimiser la gestion des plantes, tout en minimisant la compétition pour les nutriments et en maximisant leur capacité à lutter contre les parasites et les maladies dus aux couleurs, textures et parfums variables des plantes. En outre, c'est une façon de réduire la consommation d'eau et l'espace nécessaire, d'où la raison pour laquelle nous l'utiliserons dans notre jardin communautaire.

En pratique, comme dans l'exemple ci-dessous (image 4), une polyculture est réalisée en faisant pousser des graines de différentes familles et des feuilles de formes, de couleurs, de textures et de parfums variés dans des couches distinctes au-dessus et au-dessous du sol : couvert, sous-bois, couvre-sol, racines et plantes grimpantes (Jardins de légumes mixtes, s.d.). Le choix des plantes et la manière dont elles seront combinées dépendent de chaque jardinier.



(Image 4: Salsa Garden Polyculture, n.d.)

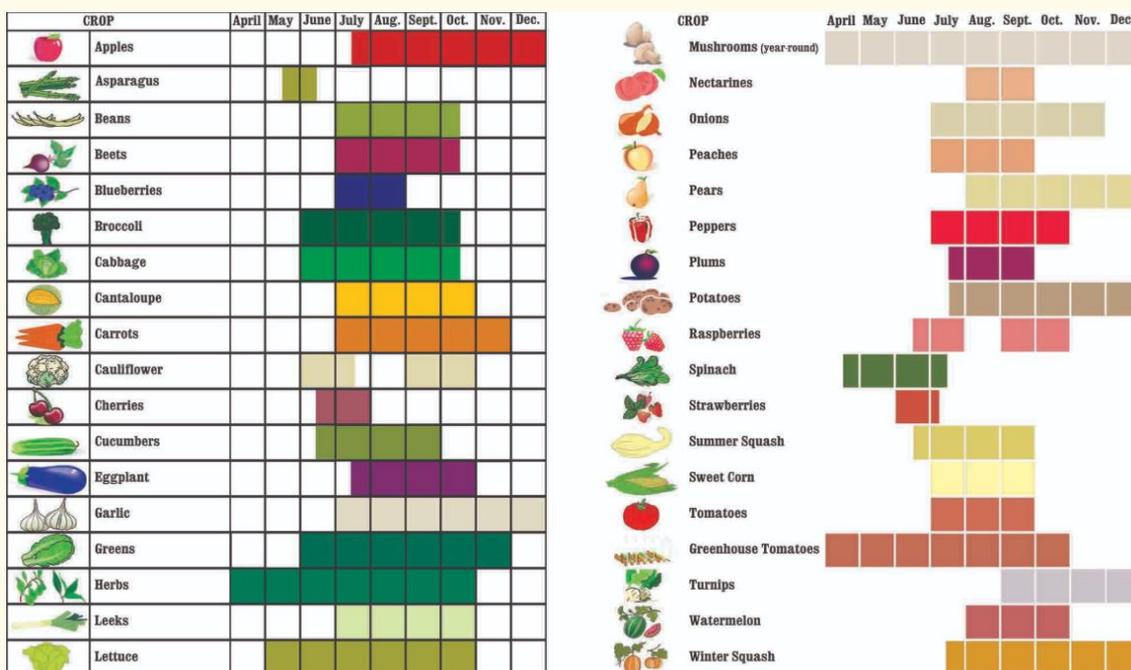
Table 1: Some plants that can be grown in different layers of the polyculture

Layer	Brassicas (cabbage family)	Legumes (pea family)	Allium (onion family)	Spinach	Composite (daisy family)	Umbellifers (carrot family)	Cucurbite (squash family)	Nightshades	Others
Canopy	Cabbage Cauliflower Broccoli Kale	Broad beans Runner beans Peas	Leek	Amaranth	Sunflowers	<i> Lovage</i>		Tomato	Sweetcorn
Climber		Runner beans					Cucumber Small squashes		Nasturtium
Understorey	Pak Choi Kohlrabi	Dwarf beans Chickpeas	Chives Onions Garlic	Spinach Chard	Lettuce <i> Marigold</i>	Coriander Fennel Dill			Claytonia (Miner's lettuce)
Ground cover (planted early)	Rocket Mustard Landcress Oriental greens	fenugreek		Amaranth	Young lettuce Lambs lettuce		Squash (late crop)		Buckwheat
Root crop	Radish Turnip		Onion Garlic Spring onion	Beetroot		Carrot Parsnip		Potato	

Plants shown in italics are good to plant along the edge as well, to protect the patch from pests.

Other crops may be possible too – these are just a few examples. Feel free to experiment! Write successes on here - and please let us know.

(Image 5: Plants that can be grown in different layers of the polyculture, n.d.)



(Image 6: Handy crop calendar, 2012)

Information pour l'animateur

Sujet: Méthodologie pour la conception de la polyculture

1. Fixez vos objectifs pour votre jardin communautaire
 2. Analyser et évaluer le site
 3. Créer un avant-projet du site
 4. Choisissez entre 2 à 10 types de semences (en fonction également de la taille de la surface disponible) que vous souhaitez planter, qui sont tolérantes aux conditions climatiques locales, qui ont des besoins de gestion similaires et qui répondent aux objectifs fixés pour le jardin
 5. Décider de l'architecture du jardin communautaire : nombre et structure des couches ; type d'habitat, taille et formes des plantes.
 6. Assurez-vous que vous connaissez les besoins de chaque plante en matière de lumière du soleil, d'eau, d'engrais composté
 7. Créer l'irrigation, la clôture, l'étiquetage de vos plantes
- (Toensmeier, 2016)

Information pour l'animateur

Sujet: Exemple d'un groupement de polyculture (Living STEM project, 2020)

Instruction: L'animateur peut utiliser l'exemple suivant de groupement de polyculture, au cas où les participants ne comprendraient pas comment grouper les plantes.

GRAINE		SPECIFICATIONS					
		Le sol de plantation	Météo/température appropriée	Profondeur de plantation	Exigences en matière d'eau	Période de maturation en jours	Exigence de soleil
	Le meilleur moment de l'année pour planter en						

	Europe du Sud						
DAUCUS CAROTA 	Février-avril OU Juillet-août (en fonction de la variété)	Bien drainé	7-30 C	0.5-1.5 cm	ENVIRON (2.5 CM TOUTES LES SEMAINES)	65-70	Plein soleil
DILL 	Mars - Août	Bien drainé	20 C	0.5 cm	ENVIRON	21-28	Plein soleil
SOLANUM TUBEROSUM 	Février-avril OU Juillet-août (en fonction de la variété)	Bien drainé	18-21 C	7.5-10 cm	ENVIRON (2.5 cm par semaine)	90-120	Plein soleil

3. Exercices (60 minutes):

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Analyse des besoins des plantes

Instructions: L'animateur demande aux participants de nommer 12 types de légumes, plantes ou fleurs locales et saisonnières qu'ils aimeraient planter dans leur jardin communautaire et les divise en 3 groupes pour faire des recherches et compléter le tableau suivant. Ils disposent de 15 minutes pour le faire.

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Mélanger et assortir

Instructions: L'animateur demande aux participants de regrouper les 12 plantes sélectionnées en fonction de leur taille, de la profondeur de plantation, du soleil et des besoins en eau. Les participants auront 15 minutes pour justifier la manière dont ils ont choisi de grouper les plantes.

Justification du regroupement:

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Prêts, partez, plantez!

Instructions: Les participants ont 30 minutes pour planter leurs graines.

En fonction du regroupement des plantes, il doit y avoir au moins deux types à planter, sur la base desquelles l'animateur répartit les participants.

Les participants creusent et préparent le sol.

Les graines doivent être plantées à une bonne distance les unes des autres, en fonction de leur taux de croissance.

Une fois que tout est planté, les participants peuvent utiliser de la cendre, de la poussière de roche ou de la poudre d'algue comme engrais naturel. L'animateur doit veiller à ce que les plantes soient recouvertes d'une quantité suffisante de terre végétale ou de compost pour recouvrir l'engrais et les graines (Mixed Vegetable Gardening, n.d.). Une fois que tout est en place, les plantes doivent être arrosées et étiquetées.

Ensuite, le groupe peut se détendre et admirer leur réalisation!

2. Références activité 7

Handy crop calendar (2012). Permaculture Village. Retrieved August 31 2020, from <https://permaculturevillage.wordpress.com/2012/05/09/handy-crop-calendar/>.

[Living STEM project \(2020\)](#).

McGuire D. (n.d.). *Community Gardens: Definition, Benefits, Rules & Best Practices*. Study.com. Retrieved August 31 2020, from <https://study.com/academy/lesson/community-gardens-definition-benefits-rules-best-practices.html#lesson>.

Merton A. (2015). *Embracing Community Gardens*. Plushbeds. Retrieved August 31 2020, from <https://www.plushbeds.com/blogs/green-sleep/embracing-community-gardens> .

Merton A. (2015). *Embracing Community Gardens*. Plushbeds. Retrieved August 31 2020, from <https://www.plushbeds.com/blogs/green-sleep/embracing-community-gardens> .

Mixed Vegetable Gardening (n.d.). Permaculture Association UK. Retrieved August 31 2020, from https://www.permaculture.org.uk/sites/default/files/page/document/MixedVegGarden_A4_colourbooklet.pdf.

Noteful Living (2020). *Community Garden Swap Guidelines*. Noteful Living website. Retrieved August 28 2020, from <https://notefulliving.com/2020/04/28/community-garden-box/>.

Permaculture quotes (n.d.) Good Reads. Retrieved August 31 2020, from <https://www.goodreads.com/quotes/tag/permaculture#:~:text=%E2%80%9CAI%20the%20world's%20problems%20can%20be%20solved%20in%20a%20garden.%E2%80%9D&text=%E2%80%9CPermaculture%20land%2Duse%20ethics%20invite,while%20taking%20care%20of%20people.%E2%80%9D>.

Plants that can be grown in different layers of the polyculture (n.d.). Permaculture Association UK. Retrieved August 31 2020, from



https://www.permaculture.org.uk/sites/default/files/page/document/MixedVegGarden_A4_colourbooklet.pdf.

Pleasant B. (2012). *Permaculture Principles for Vegetable Gardeners*. Grow Veg. Retrieved August 31 2020, from <https://www.growveg.co.uk/guides/permaculture-principles-for-vegetable-gardeners/>.

Polyculture Design (n.d.). Natural Capital Plant Database. Retrieved August 31 2020, from <https://permacultureplantdata.com/about-permaculture/polyculture-design#:~:text=In%20nature%2C%20certain%20species%20of%20plants%20are%20commonly%20found%20growing%20together.&text=Polycultures%2C%20are%20plant%20guilds%20that,are%20suitable%20for%20the%20niche>.

Polyculture Design (n.d.). Natural Capital Plant Database. Retrieved August 31 2020, from <https://permacultureplantdata.com/about-permaculture/polyculture-design#:~:text=In%20nature%2C%20certain%20species%20of%20plants%20are%20commonly%20found%20growing%20together.&text=Polycultures%2C%20are%20plant%20guilds%20that,are%20suitable%20for%20the%20niche>.

Salsa Garden Polyculture (n.d.). Natural Capital Plant Database. Retrieved August 31 2020, from <https://permacultureplantdata.com/about-permaculture/polyculture-design#:~:text=In%20nature%2C%20certain%20species%20of%20plants%20are%20commonly%20found%20growing%20together.&text=Polycultures%2C%20are%20plant%20guilds%20that,are%20suitable%20for%20the%20niche>.

Toensmeier E. (2016). *Guidelines for Perennial Polyculture Design*. Permaculture Research Institute. Retrieved August 31 2020, from <https://www.permaculturenews.org/2016/01/15/guidelines-for-perennial-polyculture-design/>.

Urban Abroad (n.d.). *Raised beds for planting*. Urban Abroad website. Retrieved August 31 2020, from <https://www.urbanabroad.com/what-is-a-community-garden/>.

What is a community garden? (n.d.). Grow. Retrieved August 31 2020, from <http://www.grow-ni.org/get-involved/what-is-a-community-garden/>.



Activité 8 - Une infrastructure agricole autonome

- **Champ STEM:** Science, technologie, écologie
- **Calendrier indicative :** Tout au long de l'année
- **Durée de l'activité :** 60 – 90 minutes
- **Type d'activité :** En salle/Extérieur, atelier
- **Objectifs éducatifs :** L'objectif de cette activité est de permettre aux participants de découvrir les innovations qui peuvent rendre une infrastructure agricole autonome en termes de cultures, d'eau, de déchets, d'animaux et de ressources énergétiques. En outre, comprendre comment les innovations technologiques peuvent réduire la consommation d'énergie et aider à rendre une exploitation agricole autonome.
- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises**
À la fin de l'activité, les participants vont :
 - En savoir plus sur l'autosuffisance et l'autonomie
 - Comprendre l'agriculture et l'élevage durables
 - Acquérir des connaissances sur la manière dont une exploitation agricole peut devenir autosuffisante
 - Comprendre l'importance de l'autosuffisance
 - Renforcer leur esprit critique et leur autonomie
- **Matériel et ressources nécessaires:**
Carnets de notes, stylos, copies de l'exercice de recherche de groupe

Séances de formation

1. Séance principale (25 min)

Avant de commencer l'atelier, l'animateur présentera officiellement le sujet de l'autosuffisance et de l'autonomie ainsi que la différence entre les deux et la manière dont elles peuvent être combinées.

Cet exercice peut se faire sous la forme d'une discussion entre l'animateur et les participants en leur adressant des questions, telles que :

- Selon vous, quelle est la définition de l'autosuffisance et de l'autonomie ?
- Quelle est la différence entre elles ?
- Quelqu'un peut-il penser à une définition de l'agriculture durable / de l'agriculture ?

Informations pour l'animateur

Sujet: Définition de l'autosuffisance et de l'autonomie

Autosuffisance peut être définie comme la capacité de subvenir à ses propres besoins sans aide extérieure ou aide d'autres personnes.

Autosuffisance peut être définie comme la capacité de continuer à être en bonne santé sans aide extérieure. Un type de vie durable peut être atteint lorsque rien n'est consommé en dehors de ce qui est produit par des individus autosuffisants. L'autosuffisance peut exiger une compréhension des impacts économiques, environnementaux, sociaux et culturels de la prise de décision.

Passons maintenant à la différence entre autosuffisance et autonomie : ce sont deux états qui se chevauchent et dans lesquels une personne ou une organisation a peu ou pas du tout besoin de l'aide des autres ou même d'une certaine interaction avec eux. L'autosuffisance implique que les individus soient autonomes pour répondre à leurs besoins, et par conséquent, une entité autonome peut maintenir son autosuffisance indéfiniment.

Un système peut être considéré comme autonome ou autosuffisant s'il se maintient par un effort indépendant. L'autosuffisance d'un système peut être mesurée comme:

- La mesure dans laquelle le système peut se maintenir sans aide extérieure
- La fraction de temps pendant laquelle le système est autonome

Que peut-on entendre par **agriculture durable** ? Il s'agit d'une combinaison de pratiques végétales et animales qui, à long terme, permettra de satisfaire les besoins en nourriture et en fibres de l'homme ainsi que d'améliorer la qualité de l'environnement et la base de ressources naturelles dont dépend l'économie agricole. En outre, l'agriculture durable peut soutenir la viabilité économique des exploitations agricoles et, surtout, améliorer la qualité de vie des agriculteurs et de la société dans son ensemble.

Ses principaux objectifs sont la santé environnementale, la rentabilité économique et l'équité sociale et économique.

Pour résumer, la durabilité environnementale en agriculture comprend :

- Construire et maintenir un sol sain
- Gérer l'eau judicieusement
- Réduire la pollution de l'air, de l'eau et du climat
- Promouvoir la biodiversité

Une partie de l'agriculture durable est une exploitation agricole durable, qui peut être définie comme la production d'aliments, de fibres, de produits végétaux ou animaux sans nuire aux ressources naturelles ou à la terre. Cela peut se faire en tenant compte de certaines responsabilités sociales telles que les conditions de travail et de vie des agriculteurs et des travailleurs (comme mentionné ci-dessus), les besoins des communautés rurales et la santé et la sécurité du consommateur.

“L'agriculture durable répond aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs besoins.”



Image 1: What is sustainable agriculture, 2017

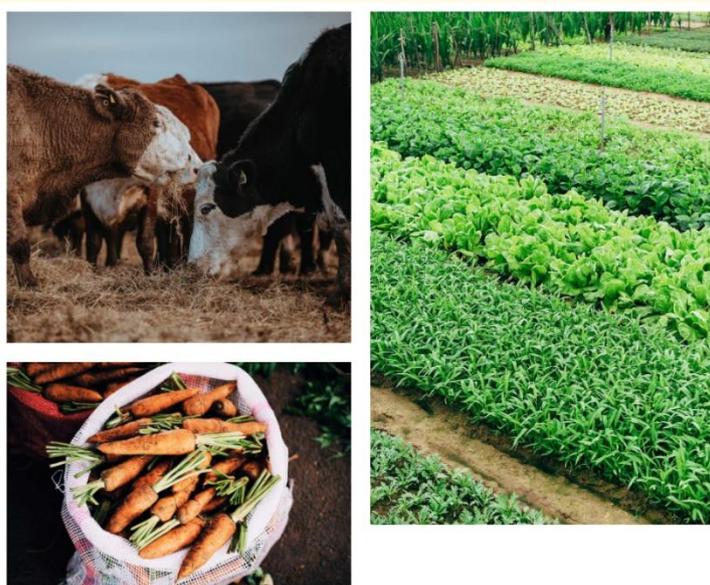


Image 2: OnePlate, 2019

2. Exercices (30-60 min)

Pour l'exercice avec les participants

Sujet : Recherche de groupe

Instructions : L'animateur divise les participants en 3 groupes et leur demande de faire une recherche en plein air à la ferme en observant et en identifiant comment les ressources énumérées ci-dessous peuvent être utilisées dans une ferme afin qu'elle devienne autosuffisante et autonome. Ensuite, les participants discuteront de leurs conclusions en séance plénière. S'il n'est pas possible de faire la recherche en plein air, les participants peuvent faire une recherche en ligne.

- Faites le tour de la ferme et prenez des notes sur la manière dont une exploitation agricole peut devenir autosuffisante, en termes de ressources suivantes :

- A. Culture:
- B. Déchets:
- C. Eau:
- D. Energie:
- E. Animal:
- F. Innovations technologiques:
- G. Adaptations climatiques:

Informations pour l'animateur

Sujet: Solutions possibles à l'exercice ci-dessus

A. Cultures : produire des aliments à haut rendement ; pratiquer la rotation des cultures (pour stopper les maladies des cultures, prévenir l'érosion des sols) ; avoir sa propre ruche d'abeilles ; planter par-dessus les cultures

B. Déchets : réutilisation des déchets ; compost

C. Eau : économisée et recyclée à des fins d'efficacité énergétique (par exemple, une ferme pourrait utiliser l'eau des barrages et des réserves d'eau à proximité)

D. Énergie : adopter diverses sources d'énergie renouvelables en fonction de la localisation de l'exploitation (solaire, éolienne, hydraulique)

E. Animal : élever des animaux dans les pâturages et les laisser se déplacer librement ; leur fournir une alimentation équilibrée et naturelle ; être traité humainement par les agriculteurs

F. Innovations technologiques : peuvent être utilisées pour remplacer les mains qui travaillent (ex. système d'irrigation automatique, système d'emballage, système de traite)

G. Adaptations climatiques : fenêtres à triple vitrage pour les climats froids et nordiques ; systèmes d'ombrage pour les climats chauds et méridionaux

H. Lutte intégrée contre les ravageurs : contrôles mécaniques et biologiques ; appliqués systématiquement pour maintenir les populations de ravageurs sous contrôle tout en minimisant l'utilisation de pesticides chimiques

I. Pratiques agroforestières : mélange d'arbres ou d'arbustes dans leurs exploitations ; les agriculteurs peuvent fournir de l'ombre et un abri pour protéger les plantes, les animaux et les ressources en eau

L'image ci-dessous est un exemple de la façon dont une entreprise française relie le cycle de vie et la nature en retournant les coproduits organiques au sol. Ils se concentrent sur la manière dont leurs actions peuvent augmenter l'efficacité de produits élaborés, en testant l'impact de l'entreprise sur l'environnement.

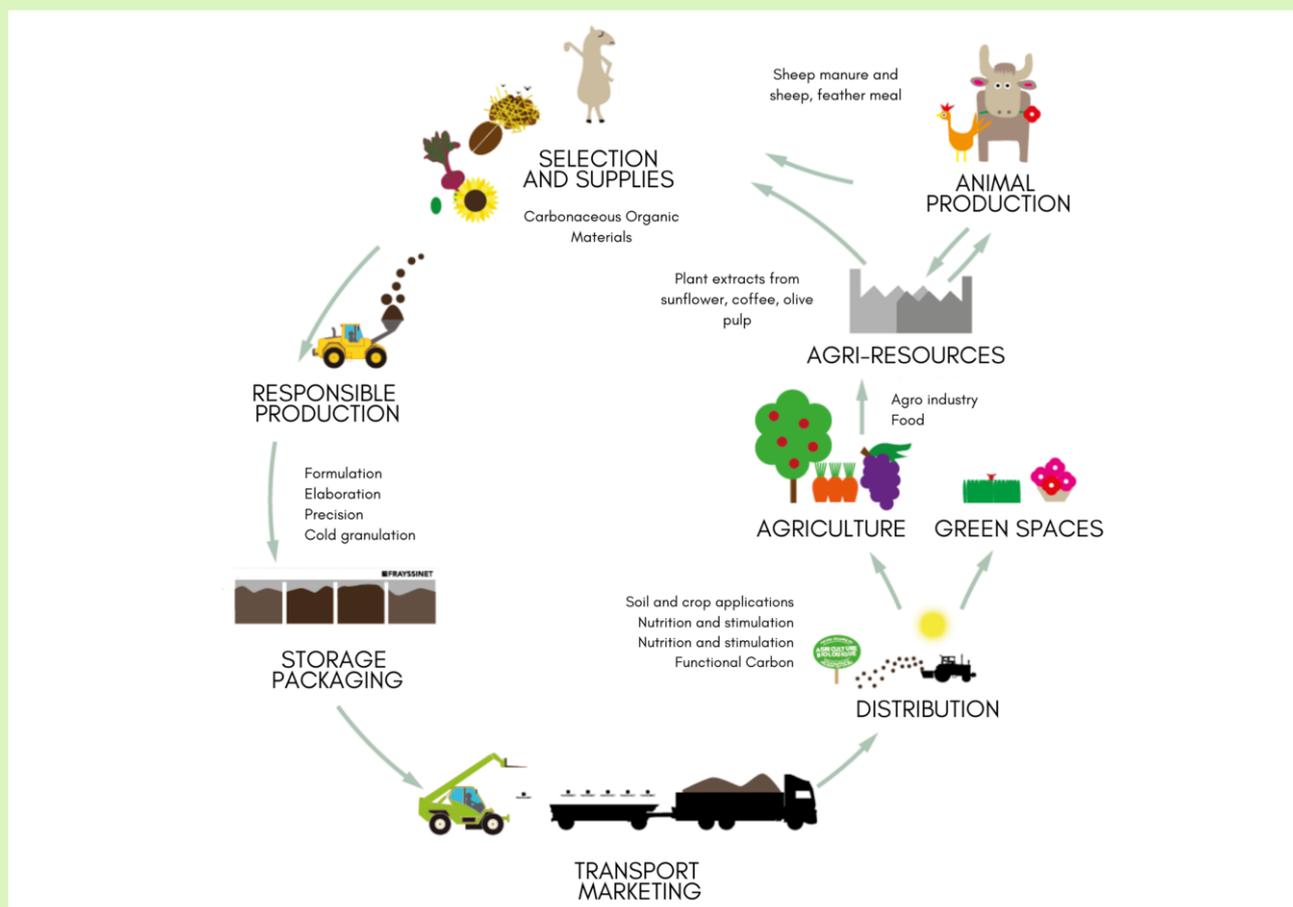


Image 3 : Assumer notre responsabilité environnementale, n.d.

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Discussion sur l'importance de l'agriculture durable

Instructions: L'animateur discute avec les participants des raisons pour lesquelles l'agriculture durable est considérée comme importante de nos jours. Les participants doivent se rendre compte que la plupart des points de cette question ont été mentionnés par l'animateur au cours de la session principale.

Informations pour l'animateur

Sujet: Réponses possibles à la discussion

L'agriculture durable utilise souvent un large éventail de pratiques de production telles que les méthodes conventionnelles et biologiques. Une combinaison de pratiques de production de systèmes végétaux et animaux est conçue pour produire des résultats à long terme dans :

- La production de nourriture humaine, de fibres et de carburant en quantité suffisante pour répondre aux besoins d'une population en forte augmentation
- La protection de l'environnement et expansion de l'offre de ressources naturelles
- Le maintien de la viabilité économique des systèmes agricoles

3. Debriefing (5 minutes)

Information pour l'animateur

Sujet : Exemples de questions de débriefing

Instructions : A la fin de l'atelier, l'animateur pose quelques questions de débriefing.

1. Avez-vous bien compris les termes d'autosuffisance et d'autonomie ?
2. Pensez-vous que l'agriculture et l'élevage durables se développent au fil des ans ?
3. Comment pensez-vous que les agriculteurs peuvent être sensibilisés à la durabilité ?
4. Pensez-vous qu'il existe des exemples d'agriculture durable qui peuvent être utilisés à la maison ?

4. Références activité 8

Farmers Weekly (2013). "Family Farm Aims for Energy Self-Sufficiency," 2013. <https://www.fwi.co.uk/business/family-farm-aims-for-energy-self-sufficiency>.

Green J. "Confusing Self-Sufficiency with Sustainability." Western Power. Retrieved on September 3, 2020 from <https://westernpower.com.au/community/news-opinion/confusing-self-sufficiency-with-sustainability/>.

"III. Enhancing Self-Reliance." Retrieved on September 3, 2020 from <http://www.fao.org/3/t3384e/t3384e05.htm>.

Lampinen A (2004). "Biogas Farming: An Energy Self-Sufficient Farm in Finland." *Refocus* 5 (5): 30–32. [https://doi.org/10.1016/S1471-0846\(04\)00221-5](https://doi.org/10.1016/S1471-0846(04)00221-5).

National Sustainable Agriculture Coalition. "What Is Sustainable Ag?" Retrieved on September 3, 2020 from <https://sustainableagriculture.net/about-us/what-is-sustainable-ag/>.

OnePlate (2019). "What Is Sustainable Farming and Why It Is Important for Our Wellbeing". Retrieved on September 3, 2020 from <https://www.oneplate.co/what-is-sustainable-farming-and-why-it-is-important-for-our-wellbeing/>.

"SELF-SUFFICIENT | Meaning in the Cambridge English Dictionary." (n.d.) Retrieved on September 3, 2020 from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/self-sufficient>.

"Self-Sustainability." (n.d.) In *Wikipedia*. Retrieved on July 12, 2020 from <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Self-sustainability&oldid=967330215>.

"Sustainable Agriculture | National Institute of Food and Agriculture." (n.d.) Retrieved on September 3, 2020 from <https://nifa.usda.gov/topic/sustainable-agriculture>.

SARE (2017). "Sustainable Production and Use of On-Farm Energy". <https://www.sare.org/resources/sustainable-production-and-use-of-on-farm-energy/>.



“Taking on Our Environmental Responsibility | Frayssinet.” Retrieved on September 3, 2020 from <https://www.groupe-frayssinet.fr/en/company/sustainable-development-csr/taking-on-our-environmental-responsibility/>.

“What Is Sustainable Agriculture? | Union of Concerned Scientists,” (2017). <https://www.ucsusa.org/resources/what-sustainable-agriculture>.



The European Commission support for the production of this document does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Activité 9 - Utilisation d'un capteur d'humidité

- **Nom de l'activité:** L'humidité et son importance dans l'agriculture
- **Champ STEM:** Science et technologie
- **Calendrier indicatif:** Toute l'année
- **Durée de l'activité:** 1 heure

- **Type d'activité:** Session théorique-pratique pour le contexte intérieur et extérieur

- **Objectifs pédagogiques:**
 - Comprendre l'importance de la gestion de l'eau dans l'agriculture pour la durabilité de l'environnement;
 - Comprendre les besoins en eau d'un sol grâce à l'utilisation d'un capteur d'humidité;
 - Savoir ce qu'est un capteur d'humidité et comment l'utiliser;
 - Évaluer les besoins hydriques à l'aide d'un capteur d'humidité.

- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises**
 - être capable d'identifier l'importance de la gestion de l'eau dans l'agriculture pour la durabilité environnementale ;
 - être capable d'identifier la fonction d'un capteur d'humidité et savoir comment l'utiliser ;
 - être capable d'identifier le besoin d'irrigation, en utilisant le capteur d'humidité du sol.

- **Matériel et ressources nécessaires**
 - 1 ordinateur;
 - Accès à l'Internet;
 - Stylo et papier ;
 - Vidéo disponible sur la plate-forme YouTube :
<https://www.youtube.com/watch?v=Vlaw5mCjHPI> ;
 - 1 capteur d'humidité du sol ;

- 3 pots avec des plantes : le premier pot avec une plante qui n'a pas été arrosée depuis 1 semaine ; le deuxième pot avec une plante qui a été arrosée la veille ; le troisième pot avec une plante fraîchement arrosée. (Groupes de 2 personnes, donc 3 pots seront nécessaires pour chaque groupe) ;
- 1 arrosoir avec de l'eau.

Sessions de formation

1. Introduction (15 minutes)

Avant le début de la session, l'animateur fera une brève présentation de lui-même et des participants afin de mieux se connaître. Ensuite, l'animateur commence par introduire le thème de l'importance de l'eau, en particulier pour l'agriculture.

Informations pour l'animateur

Sujet : Vidéo d'introduction "L'EAU, notre ressource la plus précieuse"

L'eau est essentielle pour le développement des cultures, et les cultures sont essentielles pour l'alimentation, qui à son tour est indispensable à la vie. Pour une meilleure compréhension de l'importance de l'eau et de sa gestion, une vidéo intitulée "L'EAU, notre ressource la plus précieuse" d'avril 2014 sera utilisée et est disponible sur la plateforme YouTube - <https://www.youtube.com/watch?v=Vlaw5mCjHPI>. La vidéo dure 5 minutes et explique l'importance de l'eau en tant que ressource fondamentale pour la vie, mais il s'agit d'une ressource limitée. La vidéo couvre également les

Une discussion suit après la vidéo. L'animateur pose aux participants les questions suivantes :

- Comment l'eau est-elle partagée sur notre planète ?
- Saviez-vous que les ressources en eau sont si limitées?
- Connaissez-vous les mesures que le secteur agricole utilise pour la gestion des ressources en eau ?
- Quel est le secteur agricole qui assure une meilleure gestion des ressources en eau ?
- Saviez-vous que de grandes quantités d'eau sont nécessaires pour la production alimentaire ?

Informations pour l'animateur

Des besoins en eau excessifs et/ou déficitaires entraînent une diminution de la productivité et de la qualité, ce qui rend les plantes plus vulnérables aux maladies et aux parasites.

La surveillance de la quantité d'eau dans le sol peut faire une grande différence dans la productivité agricole en permettant de connaître plus précisément la quantité d'eau présente dans le sol et donc de réguler un système d'irrigation. Il est ainsi possible de développer un système intelligent qui s'affirme davantage en matière de contrôle et

Nous pouvons également croiser les informations du système avec les caractéristiques climatiques de la région, en sachant de manière à prévoir les informations sur les précipitations, en fournissant des dates pour l'entretien, l'utilisation des pesticides et même les cultures.

systeme de pompe pour irrigation et de reguler les types de cultures en fonction des besoins en humidité d'une plantation donnée.

Comprendre les besoins en eau des plantes est également extrêmement important pour leur développement.

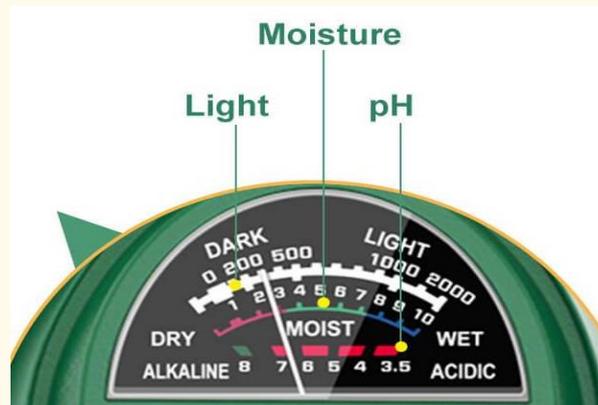


Image 2. Moisture sensor screen - where data is shown (Upgrade 3-in-1 Soil Moisture Meter,n.d.)

Pour l'exercice avec les participants

Subect : Tester le capteur d'humidité

Instructions : Pour l'activité pratique, 3 pots avec des plantes seront utilisés. Le premier pot avec une plante qui n'a pas été arrosée depuis une semaine. Le deuxième pot avec une plante qui a été arrosée la veille. Et le troisième pot avec une plante fraîchement arrosée.

Utilisez le capteur, comme indiqué ci-dessus, dans les trois différents pots et interprétez les données, en prenant la décision d'arroser ou non.

Chaque participant utilisera le capteur dans les trois pots différents. A la fin, tous les participants ont utilisé le capteur. Dans les pots qui doivent être arrosés, la même chose est faite.

3. Session de débriefing (10 minutes)

Information pour l'animateur

Sujet : Exemples de questions

Instructions : À la fin de l'activité, l'animateur demande aux participants s'ils ont une question ou une information qui nécessite une le l'eau ?

Comment le capteur peut-il être utile dans tous les types d'agriculture, y compris l'agriculture domestique ? Discutez-en.

4. Références activité 9

Robecco Asset Management (2014, April 24). *WATER our most precious resource* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Vlaw5mCjHPI>;

Soil PH Tester 3-in-1 Moisture Sensor Meter Sunlight PH Soil Test Kits Soil PH Tester for Garden remote Plants Healthy Growth. (n.d.). AliExpress. https://www.aliexpress.com/item/33045231942.html?spm=a2g03.search0302.3.45.2ab735c0hmKCV4&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0,searchweb201603_0,ppcSwitch_0&algo_pvid=de6b73ce-1d7b-41dc-a992-2b4bf135fb82&algo_expid=de6b73ce-1d7b-41dc-a992-2b4bf135fb82-6

Upgrade 3-in-1 Soil Moisture Meter, S30, Dr.meter. (n.d.). Dr.meter. <https://drmeter.com/products/s30-soil-moisture-meter>.

Activité 10 - Utilisation d'une station météorologique

- **Champ STEM:** Science, technologie, électronique et microcontrôleurs
- **Calendrier indicatif:** Tout au long de l'année
- **Durée de l'activité:** 1 heure
- **Type d'activité:** Session théorique pour le contexte intérieur et extérieur
- **Objectifs pédagogiques**
 - Comprendre l'importance d'une station météorologique pour l'agriculture
 - Analyser et interpréter les informations fournies par une station météorologique
 - Savoir comment faire fonctionner une station météorologique
- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises**
 - Être capable d'identifier les avantages de l'utilisation d'une station météorologique dans l'agriculture ;
 - Être capable d'analyser les données fournies par la station météorologique (température, humidité, pression atmosphérique) ;
 - Être capable d'utiliser une station météorologique en agriculture.
- **Matériel et ressources nécessaires**
 - 1 ordinateur + accès à l'Internet;
 - 1 station météo.

Sessions de formation

1. Introduction (45 minutes)

Avant le début de la session, l'animateur fera une brève présentation de lui-même et des participants afin de mieux se connaître. Ensuite, l'animateur commence par introduire le sujet des stations météorologiques en posant quelques questions:

- **Savez-vous ce qu'est une station météorologique ?**
- **Connaissez-vous l'utilité/le but des stations météorologiques dans l'agriculture ?**
- **Quels sont les avantages de l'utilisation d'une station météorologique pour le secteur agricole ?**

Informations pour l'animateur

Sujet : Informations sur les stations météorologiques

Instruction : L'animateur conclut la séance d'introduction en présentant les données suivantes :

Une station météorologique, comme le montre l'image de droite (Naipal, V., 2013), est un équipement qui surveille et caractérise les conditions climatiques, en fournissant la mesure des caractéristiques de l'environnement, à savoir la mesure de la vitesse et de la direction du vent par un anémomètre en conjonction avec un microcontrôleur. Les conditions météorologiques qui influencent le plus les cultures sont **la température de l'air et du sol, le vent, l'humidité du sol, la pression atmosphérique, les précipitations**. Ils se composent de deux grandes catégories d'équipements : les capteurs et l'enregistreur central. Les capteurs traduisent les événements physiques en signaux électriques et électroniques et sont responsables de la quantification de plusieurs paramètres météorologiques, tels que les précipitations, l'humidité relative, la température de l'air, la vitesse et la direction du vent, le rayonnement solaire (incident et réfléchi) et la pression atmosphérique. Les stations météorologiques automatiques fonctionnent généralement avec un enregistreur central, appelé collecteur de données, qui stocke les relevés des capteurs et peut également transmettre les données enregistrées à une plate-forme ou à un navigateur web. Les stations météorologiques sont alimentées par des piles rechargeables et/ou des panneaux solaires.



Image 1. Weather Station

Information pour l'animateur

Sujet : Vidéo « Station météorologique automatique »

Pour une meilleure compréhension de l'importance des conditions météorologiques et des stations météo, une vidéo "[Update] Automatic Weather Station" de janvier 2016 sera utilisée, qui est disponible sur la plateforme YouTube - https://www.youtube.com/watch?v=JviKKAydr_M. La vidéo, d'une durée de 3m30s, traite de l'influence des conditions météorologiques sur l'agriculture, des éléments météorologiques qui affectent les cultures, de leur utilisation et de la formation d'une station météorologique automatique.

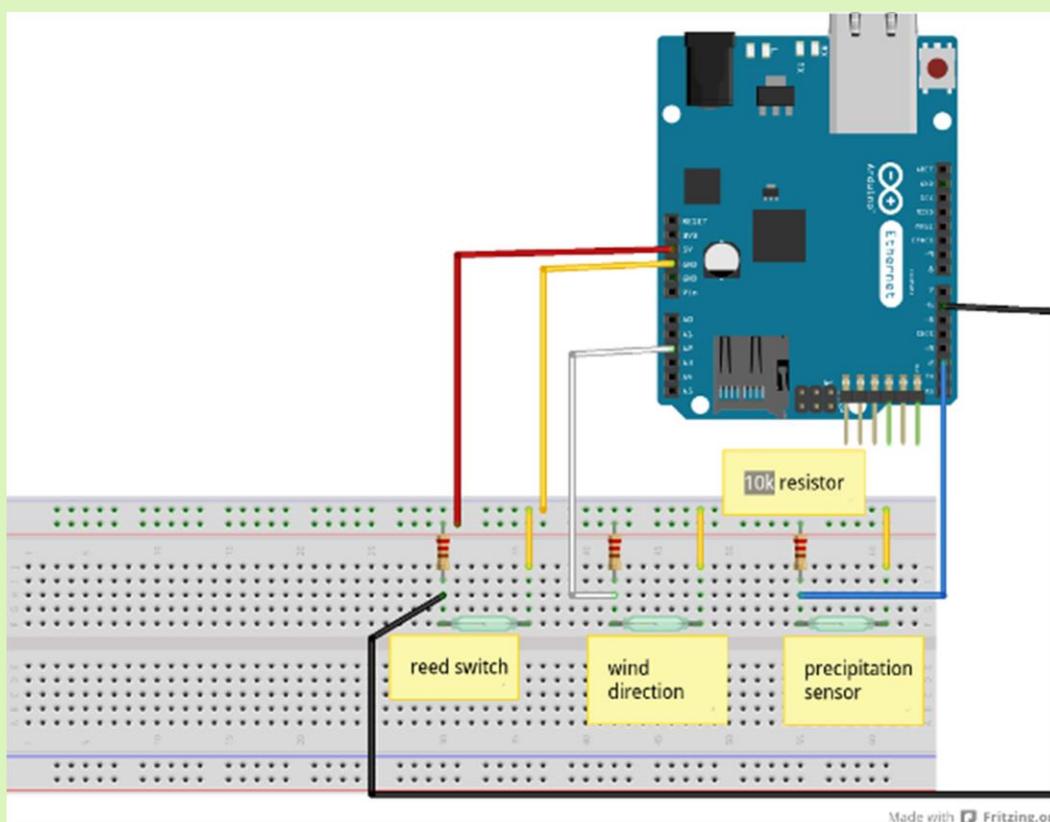


Image 2. Weather Station connection with Arduino (Oberberger, M. 2013)

2. Session principale (35 minutes)

Information pour l'animateur

Sujet : Session en plein air - Utilisation pratique de la station météorologique

Instructions : L'animateur, après avoir expliqué à quoi sert une station météorologique et sa constitution, montrera comment une station météorologique est utilisée. Pour cette partie de l'atelier, un contexte extérieur est nécessaire, afin qu'il soit plus didactique et que l'explication théorique puisse être démontrée dans un contexte pratique.

L'animateur doit expliquer le fonctionnement de la station météorologique. Cet équipement comporte à l'intérieur un interrupteur à ampoule (sorte d'interrupteur) qui contient deux petites plaques de fer séparées qui, lorsqu'on les touche, envoient un signal au microcontrôleur et peuvent ainsi mesurer la vitesse du vent. Avec ce système, il sera également possible de déterminer la direction du vent grâce à un diviseur de tension. Le capteur de direction du vent comporte 8 interrupteurs, 4 pointant vers les points cardinaux et 4 pointant vers les points latéraux de la rose des vents. Chacun des 8 interrupteurs a une résistance de valeur exacte pour chaque direction et le microcontrôleur lira les valeurs de 0 à 1023 sur la broche analogique, c'est-à-dire que chaque direction a une valeur de 0 à 1023 sans se répéter. Cette station météorologique présentera également un système de précipitation permettant de déterminer le volume des précipitations, qui se produisent dans une certaine zone et dans une certaine période de temps. Ces données seront envoyées à l'ordinateur et l'utilisateur pourra les contrôler en temps réel.

Pour l'exercice avec les participants

Sujet : Discussion sur l'importance de l'agriculture durable

Instructions : L'animateur discute avec les participants des raisons pour lesquelles l'agriculture durable est considérée comme importante de nos jours. Les participants doivent se rendre compte que la plupart des points de cette question ont été mentionnés par l'animateur au cours de la session principale.

Utilisez la station météorologique pour démontrer la vitesse et la direction du vent.

3. Débriefing (10 minutes)

Informations pour l'animateur

Sujet : Exemples de questions de debriefing

Instructions: A la fin de l'activité, l'animateur demande aux participants s'ils ont une question ou une information qui nécessite une clarification. Après l'espace réservé à la clarification des doutes, l'atelier se termine par les questions finales:

- **Quelle est l'importance des conditions météorologiques pour l'agriculture ?**
- **Quels sont les avantages de l'utilisation d'une station météorologique dans le secteur agricole ?**
- **Bien que cette technologie soit plus coûteuse, pensez-vous qu'il s'agit d'un investissement qui présente des avantages ?**

4. Références activité 10

AWS Cube (2016, January 13). [Update] Automatic Weather Station. [Video] YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=JviKKAydr_M

Naipal, V. (2013). [Photograph of a weather station].
https://www.researchgate.net/figure/Campbell-weather-station-with-the-different-meteorological-instruments-Hydrological_fig6_236159925

Oberberger, M. (2013). *Wind/Precipitation*. [scheme of the connection of the meteorological sensors to the microcontroller]. Max Oberberger.
<https://www.maxoberberger.net/projects/arduino-weatherstation.html>



Activité 11 - Mesurer le pH d'un sol

- **Champ STEM:** Science, technologie, biologie et électronique
- **Calendrier indicatif:** Tout au long de l'année
- **Durée de l'activité:** 1 heure
- **Type d'activité:** Session théorique-pratique pour le contexte intérieur et extérieur sur l'utilité de la détection du PH dans l'agriculture
- **Objectifs pédagogiques**
 - Connaître l'échelle du pH (basique, neutre et acide) et comprendre l'importance du pH du sol pour l'agriculture
- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises**
 - Être capable de classer une valeur de pH comme basique, neutre ou acide et d'identifier l'importance de l'évaluation du pH pour le développement des plantes;
- **Matériel et ressources nécessaires**
 - 1 capteur de mesure de pH du sol

Sessions de formation

1. Introduction (20 minutes)

Avant le début de la session, l'animateur fera une brève présentation de lui-même et des participants afin de mieux se connaître. Ensuite, l'animateur commence par introduire le sujet du pH, en commençant par poser aux participants les questions suivantes

- Selon vous, quelle est l'importance du pH ?
- Quel est, selon vous, le rôle du pH dans l'agriculture ?

Informations pour l'animateur

Sujet : Informations sur le pH

Instruction: L'animateur conclut la session de discussion avec les informations suivantes:

Le terme "pH" a été introduit en 1909 par le biochimiste danois Søren Peter Lauritz Sørensen. Il est défini comme une échelle numérique adimensionnelle utilisée pour spécifier l'acidité ou la basicité d'une solution. C'est-à-dire qu'il s'agit de la concentration de l'ion hydrogène présent dans une solution. La mesure du pH, c'est-à-dire la mesure de la concentration des ions hydrogène dans une solution donnée, est représentée entre les valeurs 0 et 14, 0 représentant la solution la plus acide et 14 la plus alcaline.

Lorsque la valeur du pH est :

- Entre 1 et 6, il est considéré comme acide,
- 7, il est considéré comme neutre;

Dans l'image ci-dessous, nous avons également quelques exemples de substances acides, neutres et alcalines.

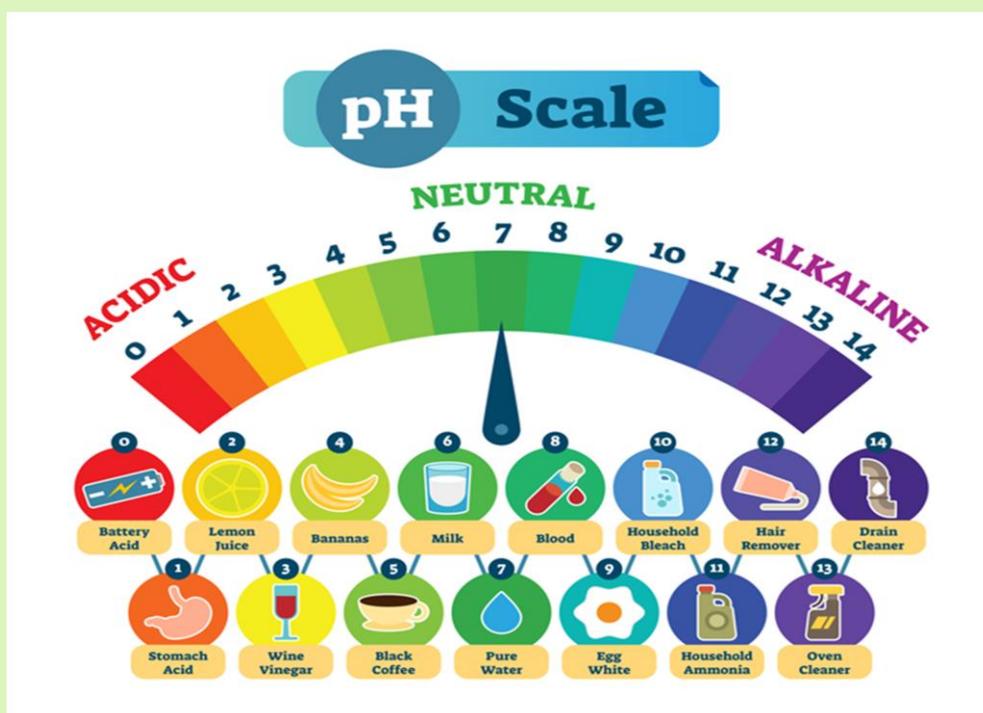


Image 1. pH scale (Tunesi, 2020)

Le pH de l'eau utilisée pour les systèmes d'irrigation en agriculture joue un rôle essentiel dans la santé des cultures et influence l'efficacité des pesticides et des régulateurs de croissance. Le pH, lorsqu'il est trop acide, peut laisser les feuilles jaunir et empêcher une bonne absorption du fer et de l'azote. Le pH alcalin, en revanche, rend les micronutriments indisponibles pour la plante, ce qui entraîne une plus grande incidence des maladies. **Normalement, les plantes poussent mieux entre un pH légèrement acide et neutre (entre 5,5 et 7).**

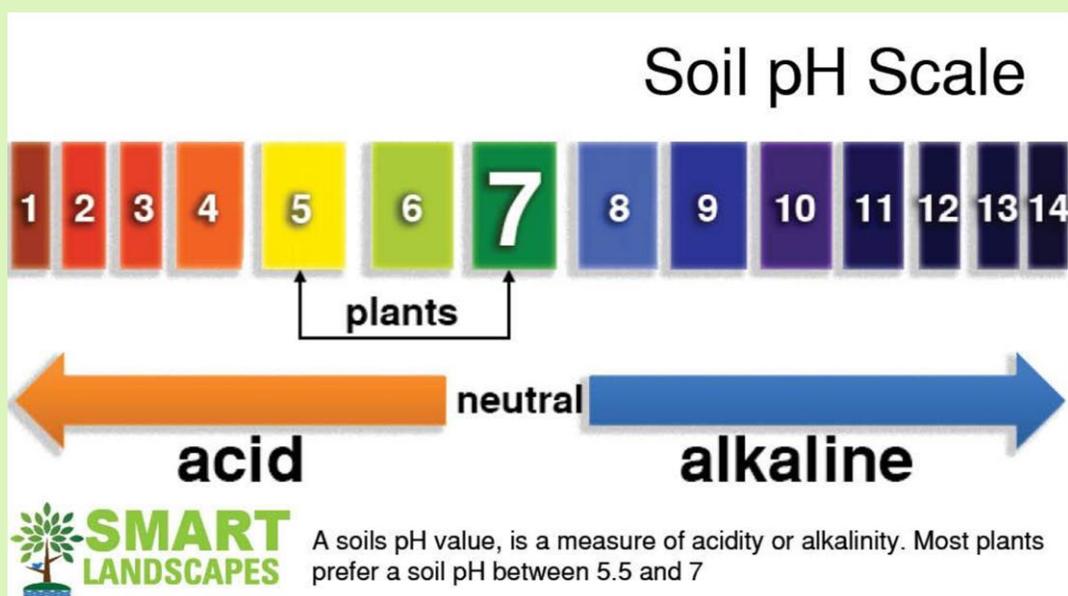


Figure 2. Plants grow best between a slightly acidic and neutral pH (between 5.5 and 7) (Mississippi State University, n.d.)

Pour cela, il sera important qu'un traitement de l'eau consiste en une acidification ou une alcalinisation de ses composants, modifiant ainsi la proportion d'ions hydrogène. Un système qui peut aider à cette analyse est le facteur de médication du PH dans l'eau; pour cela, nous utiliserons un capteur de pH qui enverra l'information au microcontrôleur où elle sera convertie entre les valeurs 0 et 14 et l'utilisateur aura la formation en temps réel du pH de son eau. Le pH de l'eau est un moyen pratique d'interférer directement avec le pH du sol, en plus de réguler le pH de l'eau, la fertirrigation a lieu, puisque la régulation du pH est un système de fertilisation et de nutrition organique de manière durable.

Informations pour l'animateur

Sujet : Se familiariser avec l'utilisation de la sonde pH

Instruction : L'animateur apprend à utiliser la sonde pH pour faire une démonstration à son tour, aux participants.

La sonde de pH est fixée par un bouclier de protection semblable à une lance en acier inoxydable avec une pointe acérée. Elle peut être percée directement dans un matériau mou semi-solide pour mesurer la valeur du pH, comme un sol humide ou des aliments.



Figure 3. Probe that measures the pH in the soil (Bibli, n.d.)

Comment utiliser la sonde de pH:

- a. Posez la sonde sur le sol ;
- b. Enfoncez la sonde dans le sol sur une longueur de 2 à 4 pouces ;
- c. Ajustez la position de la sonde jusqu'à ce que l'aiguille du cadran pivote légèrement ;
- d. Après 10 minutes, notez le niveau de pH dans le cadran ;

2. Séance principale - Contexte extérieur et partie théorico-pratique (30 minutes)

Après avoir expliqué le fonctionnement du capteur de pH et les procédures à adopter, l'animateur se divisera en groupes de deux étudiants dans un contexte extérieur sous la forme d'un atelier pour observer les résultats obtenus par le capteur de pH. L'animateur apprendra aux étudiants à placer correctement le capteur et à reporter les valeurs mesurées par le capteur sur un papier. Ensuite, les résultats de tous les groupes seront analysés, ce qui permettra d'observer la qualité du pH dans le sol et de déterminer s'il convient ou non à la culture.

L'animateur, après avoir expliqué la composition du capteur de pH, expliquera son fonctionnement et comment interpréter les données obtenues. Pour cette partie de l'atelier, un contexte extérieur est nécessaire, afin que l'atelier soit plus didactique et que l'explication théorique puisse être démontrée dans un contexte pratique.

L'animateur devra expliquer le fonctionnement du capteur. Le capteur doit être présenté, et les données sont observées.

3. Débriefing (10 minutes)

Information pour l'animateur

Sujet : Exemples de questions de débriefing

Instructions : A la fin de l'activité, l'animateur demande aux participants s'ils ont une question ou une information qui nécessite une clarification. Après l'espace réservé à la clarification des doutes, l'atelier se termine par les questions finales.

- **Quelle est l'importance du pH des plantes pour l'agriculture ?**
- **Quelle est l'importance de l'utilisation du capteur de pH ?**
- **Estimez-vous que le capteur de pH peut être utilisé dans tous les types d'agriculture, y compris l'agriculture domestique ?**

4. References for activity 11

Blibli (n.d.). *3 In 1 Soil Tester Meter Garden Lawn Plant Pot MOISTURE LIGHT PH Sensor Tool*. [pH probe]. Blibli. <https://www.blibli.com/p/3-in-1-soil-tester-meter-garden-lawn-plant-pot-moisture-light-ph-sensor-tool/pc--MTA-8293574?ds=HOL-60029-127611-00001>;

McCauley, A., Jones, C., & Olson-Rutz, K. (2017). Soil pH and Organic Matter. *Nutrient Management*, 4449 (8), 1-16.

<https://landresources.montana.edu/nm/documents/NM8.pdf>

Mississippi State University. (n.d.). *Healthy Soils*. [soil pH scale]. Mississippi State.

<http://extension.msstate.edu/landscape-architecture/smart-landscapes/healthy-soils>

Perry, L. (2003). *pH for the Garden*. University of Vermont Extension.

<http://pss.uvm.edu/ppp/pubs/oh34.htm#:~:text=For%20most%20plants%2C%20the%20optimum,require%20a%20more%20alkaline%20level>

Tunesi, L. (2020). *Explainer: What the pH scale tells us*. [a pH scale]. Science News for Students. <https://www.sciencenewsforstudents.org/article/explainer-what-the-ph-scale-tells-us>.



Activité 12 - Compostage

- **Champ STEM:** Technologie, ingénierie, sciences de la vie, enquêtes de planification
- **Calendrier indicatif :** À tout moment de l'année (atelier en salle)
- **Durée de l'activité :** approx. 1h30
- **Type d'activité :** Atelier en salle
- **Objectifs éducatifs:** Les participants/apprenants : (1) s'informer sur la procédure de compostage, et en particulier : (i) apprendre que les déchets sont composés de deux types de déchets : organiques et inorganiques, (ii) apprendre la différence entre un cycle de vie en boucle complète et un cycle de vie linéaire, (iii) apprendre que les décomposeurs tels que les champignons, les micro-organismes et les insectes sont importants dans la décomposition des déchets organiques, (2) comprendre pourquoi il est important pour une agro entreprise d'avoir une machine à composter.
- **Résultats de l'apprentissage et compétences acquises:** Les participants/apprenants : (1) démontreront leurs connaissances sur la procédure de compostage, (2) s'exerceront à poser des questions scientifiques, (3) acquerront de l'expérience en concevant une expérience pour répondre à une question (même s'il est pratiquement impossible de mener l'expérience, en raison des contraintes de temps, les participants peuvent préparer les pots pendant la journée d'atelier et continuer à enregistrer leurs connaissances chez eux).
- **Matériel et ressources nécessaires:** Ordinateur, projecteur, présentation power point, sources pertinentes à étudier par les participants, 6 pots transparents, au moins un "ensemble" de déchets (par exemple, un cœur de pomme, un morceau de plastique, deux feuilles de l'extérieur, un morceau de pain, un morceau de tôle ou de papier d'aluminium, un morceau de papier), de la terre, suffisamment pour remplir six pots (de l'extérieur, non achetés en magasin), 1 cahier de données d'expérience par participant et/ou par groupe.

Séance de formation

1. Préparation (quelques jours avant l'atelier)

L'expérience, qui est décrite en détail ci-dessous, doit être réalisée par l'animateur à un autre moment, avant l'atelier (sinon, il n'est pas possible pour les participants de mener l'expérience et d'observer les résultats dans le temps imparti). Au cours de l'atelier, l'animateur présente la procédure qui a été suivie lors de la réalisation



de l'expérience, avec autant de détails que possible. Il convient de noter que les participants sont informés à l'avance qu'ils doivent apporter leur propre matériel (voir le matériel et les ressources nécessaires ci-dessus) lors de l'atelier, afin qu'ils puissent commencer leur propre expérience et continuer à enregistrer leurs données chez eux.

2. Introduction (10 min)

L'animateur dirige une discussion plénière avec les participants, au cours de laquelle le thème principal de l'atelier est présenté. La discussion peut être guidée par des questions, telles que les suivantes.

- Avez-vous déjà entendu parler du compostage ?
- Si oui, partagez vos expériences.
- Sinon, partagez vos attentes.

3. Séance principale – en salle (60 minutes)

Étape 1 - Formation des hypothèses

Les participants forment des groupes de 2 à 3 personnes. Les activités sont réalisées au sein des groupes. L'animateur présente les objets (feuilles, papier, trognon de pomme, pain, plastique, papier d'aluminium) aux participants, qui sont autorisés à observer, toucher et ramasser les objets avec attention. Ensuite, les participants sont invités à discuter des questions suivantes, ainsi que de leurs observations.

- Que remarquez-vous sur ces objets ?
- Enregistrez les observations initiales de chaque objet. Assurez-vous qu'elles comprennent la taille (longueur, largeur et hauteur), la couleur, la forme et un simple croquis.
- Y a-t-il quelque chose que deux ou plusieurs objets ont en commun ?

Pour l'exercice avec les participants

Sujet: Investigation

Instructions: Le facilitateur présente la pratique scientifique de la planification et de la réalisation d'une investigation.

Vous allez réaliser une expérience scientifique sur les déchets!

Dans cette expérience, vous verrez comment différents morceaux de déchets changent au fil du temps. Afin de mener une enquête scientifique, vous pouvez suivre les étapes suivantes de la méthode scientifique:

1. **POSEZ UNE QUESTION:** Posez une question sur quelque chose que vous allez observer. Elle doit commencer par l'un de ces mots : Comment, quoi, quand, qui, quoi, pourquoi ou où.
2. **FAITES UNE HYPOTHÈSE:** Une hypothèse est une supposition sur ce que vous pensez qu'il va se passer dans l'expérience.
3. **COMMENCEZ VOTRE EXPÉRIENCE:** Votre expérience permet de vérifier si votre hypothèse est bonne ou mauvaise.
4. **OBSERVATIONS:** Faites des observations minutieuses chaque semaine.
5. **ANALYSEZ VOS DONNÉES:** En vous basant sur vos observations, décidez si votre hypothèse est vraie ou non.
6. **CONCLUSION:** Tirez quelques conclusions de votre analyse. Peu importe que votre hypothèse soit bonne ou mauvaise!

L'animateur pose la question suivante. Les participants sont invités à formuler une hypothèse..

Comment pensez-vous que ces objets vont évoluer dans le temps ? Faites une hypothèse.



Step 2 - Running an experiment

Pour l'exercice avec les participants

Sujet : Expérience

Instructions : Comme nous l'avons déjà indiqué, l'expérience a été réalisée par l'animateur à un autre moment, avant l'atelier. L'animateur présente la procédure qui a été suivie lors de la réalisation de l'expérience, avec autant de détails que possible. Les bocaux avec le matériel ajouté ce jour-là, et avec le matériel ajouté il y a sept semaines, sont montrés aux participants, afin qu'ils puissent comparer les deux états de chaque bocal et ainsi observer les résultats de l'expérience. L'expérience se déroule comme suit.

- Placez chaque déchet dans un bocal propre et vide.
- Essayez de placer l'objet contre la vitre, afin de pouvoir le surveiller dans le temps.
- Remplissez chaque bocal de terre, à un pouce près, à partir du sommet. Assurez-vous que la terre vient de l'extérieur pour qu'elle contienne les bactéries et les microorganismes nécessaires à la décomposition. La terre doit contenir naturellement des bactéries, des champignons et des micro-organismes en décomposition, ce qui n'est pas le cas de la terre achetée dans un magasin. Si le sol ne contient pas ces décomposeurs, les déchets mettront beaucoup plus de temps à se décomposer.
- Ajoutez quelques cuillères à soupe d'eau dans le bocal et ne fermez pas le couvercle.
- Continuez à ajouter de l'eau dans chaque bocal si nécessaire pour maintenir le sol humide mais non imbibé au cours des sept prochaines semaines.

Facultatif: les participants qui ont apporté avec eux le matériel nécessaire, peuvent mettre en place leur propre expérience et poursuivre leurs observations chez eux.



Illustr 1 L'expérience. Image extraite de :

https://www.calacademy.org/sites/default/files/assets/docs/pdf/064_compostingascientificinvestigation

Étape 3 - Analyser et interpréter les données

Pour l'exercice avec les participants

Sujet : Analyser et interpréter les données

Instructions : Les participants sont invités à consigner leurs observations et à décider s'ils doivent accepter ou rejeter leur hypothèse initiale.

Faire des observations

Initial state of jars:

Write your observation here:



Final state of jars:

Write your observation here:

Analyser et interpréter les données

Pouvez-vous accepter ou rejeter votre hypothèse ?



Etape 4 – Conclusion

Une discussion en plénière a lieu, guidée par les questions suivantes.

Quels sont les déchets qui ont le plus changé ? Pourquoi ?
 Quelles pièces ne se sont pas du tout décomposées ? Pourquoi ?
 Qu'est-ce qui rend ces morceaux différentes ?

Le terme "**décomposition**" est présenté aux participants. L'animateur demande à nouveau aux participants si quelqu'un a déjà entendu ce mot et si quelqu'un sait ce qu'il signifie. Une liste de termes scientifiques est fournie aux participants, ainsi que le terme "décomposer".

Terminologie scientifique

Déchets organiques : les déchets provenant d'organismes ou de leurs processus de vie qui peuvent être facilement décomposés

Déchets inorganiques : les déchets ne provenant pas d'organismes, ou d'organismes qui existaient il y a des millions d'années, qui ne peuvent pas être facilement décomposés

Décomposer : séparer ou dissoudre en composants ou éléments

Décomposeur : un organisme, généralement une bactérie ou un champignon, qui décompose les cellules des plantes et des animaux morts en substances plus simples

Cycle de vie complet : un cycle de vie pour un matériau qui n'arrive jamais à son terme. Il s'agit par exemple de déchets organiques tels que les restes de nourriture ou les déchets de gazon qui sont compostés et retournent dans le sol d'où ils proviennent.

Cycle de vie linéaire: un cycle de vie pour un matériau qui arrive à son terme. Par exemple, le plastique est fabriqué à partir de combustibles fossiles extraits de la Terre, mais son cycle de vie se terminera dans une décharge.

Compost: un mélange de matières organiques décomposées ou en décomposition utilisé pour fertiliser le sol

Microorganisme: Micro = petit, Organisme = être vivant. Un être vivant si petit qu'il ne peut être vu qu'avec un microscope. Il s'agit notamment des bactéries, des protozoaires et de certaines algues et champignons.

Après avoir passé en revue la définition, l'animateur demande aux participants si l'un des objets de l'expérience s'est décomposé.

L'animateur fait remarquer que tous les objets ne se sont pas décomposés. Il pose la question suivante.

“Pourquoi pensent-ils que c'est le cas ?”

Au cours de la discussion, la définition des termes "déchets organiques" et "déchets inorganiques" est fournie. Les participants sont invités à fournir d'autres exemples possibles de chaque catégorie, en se basant sur leur expérience quotidienne.

Quelles sont les différences entre les déchets organiques et inorganiques?

L'animateur demande aux participants ce qui provoque la décomposition. Il nomme quelques décomposeurs et explique pourquoi ils sont importants.

Informations pour l'animateur

Sujet: Déchets organiques et inorganiques

Réponse directrice : bactéries, champignons, coléoptères, fourmis, mouches. Tous ces organismes se nourrissent de matières animales et végétales en décomposition, renvoyant les nutriments dans la terre. Il peut sembler que la matière se décompose d'elle-même, mais en réalité, nous ne pouvons tout simplement pas voir tous ces organismes à l'œuvre. Sans eux, la matière morte ne serait jamais reconvertie en nutriments et les écosystèmes de la Terre ne fonctionneraient pas correctement.

L'animateur demande aux participants ce qui prend le plus de temps à se décomposer - les déchets organiques ou inorganiques ? Et pourquoi?

Informations pour l'animateur

Sujet: Déchets organiques et inorganiques

Réponse directrice: Les déchets organiques sont constitués de matières qui étaient vivantes très récemment, comme les plantes et les animaux. Les matières inorganiques sont constituées de matières qui n'étaient pas vivantes, ou qui l'étaient il y a des millions d'années, comme les minéraux et le pétrole. La matière inorganique prend plus de temps à se décomposer parce qu'elle n'est pas décomposée par d'autres organismes. On la laisse se décomposer toute seule avec l'aide du soleil et de l'eau, ce qui prend très longtemps, parfois des milliers d'années.

L'animateur présente les concepts de cycle de vie en boucle complète et de cycle de vie en boucle linéaire. Il demande aux participants:

Lequel appartient aux déchets organiques?
 Lequel appartient aux déchets inorganiques?
 Quels sont les avantages du compostage pour l'environnement?

Étape 5 – Extension

Pour l'exercice avec les participants

Sujet : L'intérêt du compostage pour une entreprise agricole

Instructions : Une fois que les participants ont une connaissance de base du concept de décomposition, l'animateur oriente la discussion vers la valeur du compostage pour une agro-entreprise. Différentes méthodes de compostage appliquées dans les exploitations agricoles (par exemple, le compostage en tas ouvert, le compostage en boîte, le compostage en fosse, le compostage en tranchée) sont présentées.

Méthodes de compostage dans une ferme

- Compostage en tas ouvert,
- Compostage en boîte,
- Compostage en fosse,
- Compostage en tranchée
(FSDA – UNEP, 1993)
- **Comment l'agrobusiness peut-il automatiser et accélérer la procédure de compostage ?**

Les participants sont interrogés:

- Comment la procédure de compostage pourrait-elle être automatisée et accélérée ?
- Quel est l'intérêt de le faire, pour une entreprise agroalimentaire?

Une courte vidéo est présentée, suivie d'une discussion en plénière sur les avantages et les contraintes potentielles d'une machine à composter dans une entreprise agricole.

Le besoin de machines à composter dans les entreprises agroalimentaires

Lien vidéo: <https://www.youtube.com/watch?v=85hMSIf6s>



Illustr. 2. Une machine à composter. Image extraite de : <https://greenshieldenviro.com/compost-machine-manufacturers.php>

Pour l'exercice avec les participants

Sujet : Les machines à composter dans l'agroalimentaire

Instructions: En réfléchissant à la vidéo, les participants sont invités à considérer les avantages et les contraintes potentielles de l'utilisation de machines à composter dans les entreprises agroalimentaires. Après une discussion en plénière, les informations suivantes sont données.

Le besoin de machines à composter dans les entreprises agroalimentaires

- **Avantages:**
 - La gestion des déchets organiques
 - Déchiquetage des déchets
 - Promotion de la culture bio
 - Procédure accélérée de compostage

4. Débriefing (10 min)

L'animateur dirige une discussion plénière, au cours de laquelle les participants sont invités à réfléchir aux nouveaux concepts et procédures qu'ils ont appris et à poser d'autres questions. L'animateur fournit également quelques lignes directrices pour l'expérience que les participants peuvent mener à leur domicile, s'ils le souhaitent.

5. Références activité 12

California Academy of Sciences (n.d.). Compost: A Scientific Investigation. Retrieved on August 2020, from: <https://www.calacademy.org/educators/lesson-plans/compost-a-scientific-investigation>

FSDA – UNEP (1993). Composting for the small farmer – How to make fertilizer from organic waste. Retrieved from: <https://www.stipulae.org/wp-content/uploads/2017/03/Composting-for-the-Small-Farmer.pdf>

United States Environmental Protection Agency (1998). An Analysis of Composting As an Environmental Remediation Technology. Retrieved on August 2020, from: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/analpt_all.pdf

CHAPITRE 5

LA BIBLIOTHÈQUE EN LIGNE DE L'INCUBATEUR À VAPEUR VERTE

The following section will give out some useful resources and new material, both text or video-based, to learn about the previous-mentioned subjects in depth. You can find specific scientific books and articles, as well as some general-knowledge documents, to help you through your learning journey.

1. Livres

- Oshunsanya, S. O. (2018). Introductory Chapter: Relevance of Soil pH to Agriculture, In *Soil pH for Nutrient Availability and Crop Performance*. IntechOpen. Consulté le 16 septembre 2020 sur: <https://www.intechopen.com/books/soil-ph-for-nutrient-availability-and-crop-performance/introductory-chapter-relevance-of-soil-ph-to-agriculture>
 - L'étude du pH du sol est très importante en agriculture car le pH du sol régule les nutriments des plantes.
- Yahya, A. (2020). *Emerging Technologies in Agriculture, Livestock, and Climate*. Springer.
 - Ce livre présente les applications des réseaux de capteurs sans fil (WSN) dans la surveillance environnementale, en mettant l'accent sur la détection des maladies du bétail et la gestion agricole en Afrique pour aider les agriculteurs. Le système proposé fait appel à des technologies de surveillance actuelles et innovantes destinées à améliorer les conditions agricoles en Afrique, en particulier au Botswana, et aborde l'Internet des choses (IoT) comme un ensemble de protocoles de surveillance à distance utilisant les WSN pour améliorer et assurer une maintenance environnementale adéquate.



2. Articles

- Adoghe, A. U., Popoola, S. I., Chukwuedo, O. M., Airoboman, A. E. and Atayero, A. A. (2017). Smart Weather Station for Rural Agriculture using Meteorological Sensors and Solar Energy. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, Vol 1. Consulté le 16 septembre 2020 sur: https://www.researchgate.net/publication/315822754_Smart_Weather_Station_for_Rural_Agriculture_using_Meteorological_Sensors_and_Solar_Energy

→ Ce document présente une station météorologique automatisée, rentable et fonctionnant à l'énergie solaire.

- Frisvold, G. & Murugesan, A. (2013). Use of Weather Information for Agricultural Decision Making. *Weather, Climate, and Society*. 5 (1): 55-69. Consulté le 16 septembre 2020 sur: https://www.researchgate.net/publication/274491706_Use_of_Weather_Information_for_Agricultural_Decision_Making

→ Cette étude utilise les données d'un sous-échantillon spécial de la National Agricultural, Food, and Public Policy Preference Survey pour évaluer l'utilisation des données météorologiques pour la prise de décisions agricoles.

- Ravindra S. (2020, June 30). *IoT Applications in Agriculture*. IoT for All website. Consulté le 14 septembre 2020 sur <https://www.iotforall.com/iot-applications-in-agriculture/?fbclid=IwAR06Trt-4ZLAlaeukmgGGWopfjWjkizLtiRXOlbL-VGwDVXgfyDI5wa6aVs>

→ L'article de Savaram Ravindra introduit le lecteur à la compréhension contemporaine de l'agriculture, qui est liée à l'Internet des objets, aux technologies intelligentes et à l'innovation. L'auteur analyse diverses applications de l'IdO dans l'agriculture et explique leurs avantages pour l'avenir du secteur.



- Poyen, F. B. & Kundu, P. K. and Ghosh, A. K. (2018). pH Control of Untreated Water for Irrigation. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*. 99: 1-8. Consulté le 16 septembre 2020 sur:

https://www.researchgate.net/publication/325196705_pH_Control_of_Untreated_Water_for_Irrigation

→ Ce document fait référence à l'importance du pH dans l'eau et à son effet sur la qualité du sol et la culture.

- Schimmelpfennig, D. (2016, December 15). *Precision Agriculture Technologies and Factors Affecting Their Adoption*. United States Department of Agriculture. Consulté le 17 septembre 2020 sur: <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2016/december/precision-agriculture-technologies-and-factors-affecting-their-adoption/>

→ Cet article traite des technologies de l'agriculture de précision, qui jouent un rôle croissant dans la production agricole.

- Sciforce (June 22, 2020). *Smart Farming: The Future of Agriculture*. IoT for All website. Consulté le 16 septembre 2020 sur : <https://www.iotforall.com/smart-farming-future-of-agriculture/>

→ L'article présente le terme "agriculture intelligente", un concept émergent qui fait référence à la gestion des exploitations agricoles à l'aide de technologies comme l'IdO, la robotique, les drones et l'IA pour augmenter la quantité et la qualité des produits tout en optimisant le travail humain requis par la production. Plusieurs technologies émergentes liées à l'agriculture sont présentées.

3. Documents officiels

- Unit Farm Economics: DG Agriculture and Rural Development (2017). “Young farmers in the EU – structural and economic characteristics”. *EU Agricultural and Farm Economics Briefs (15)*: 1-17. Consulté le 2 juillet 2020 sur https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/agri-farm-economics-brief-15_en.pdf.

→ Une synthèse de l'unité "Économie agricole" de la DG Agriculture et développement rural, qui fournit des informations et des statistiques sur les jeunes agriculteurs dans l'UE par rapport à diverses autres tranches d'âge.

- United States Environmental Protection Agency (1998). *An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology*. Consulté le 30 août 2020 sur : https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/analpt_all.pdf

→ Ce rapport résume les informations disponibles sur l'utilisation du compost pour la gestion des flux de déchets dangereux (ainsi que d'autres applications) et indique les domaines possibles pour de futures investigations.

4. Brochures et Publications

- EIP-AGRI (2020). *EIP-AGRI Brochure- Sustainable and resilient farming: Inspiration from agro-ecology*. European Commission website. Consulté le 30 juin 2020 sur https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip-agri_brochure_agro-ecology_2020_en_web.pdf.

→ Une ressource présentant les avantages des approches agro-écologiques sur l'agriculture, étayée par des exemples d'études de cas provenant de divers pays membres de l'UE.



- EAFRD Projects Brochure (2012), “*Young Farmers and Younger People in Rural Europe*”. European Network for Rural Development website. Consulté le 16 septembre 2020 sur https://enrd.ec.europa.eu/publications/eafrd-projects-brochure-young-farmers-and-younger-people-rural-europe_fr?2nd-language=cs

→ Une sélection d'exemples de projets montrant comment le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER) peut contribuer à offrir des possibilités de développement aux jeunes agriculteurs et aux jeunes gens dans l'Europe rurale.

- “*Eat in Sustainia. Taste the food systems of tomorrow*” (2015). Sustainia. Consulté le 24 septembre 2020 sur : https://issuu.com/sustainia/docs/eat_in_sustainia

→ Publication préparée par une société mondiale de conseil en durabilité, Sustainia, qui fournit de nombreuses idées novatrices, des inspirations et des exemples d'activités sur la durabilité des systèmes alimentaires et l'impact de la consommation.

5. Ressources vidéo

- Atitlan Organics (2017, December 22). *The 12 Principles of Permaculture (Introduction)*. [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=qUp_MdNF7sg

→ Atitlan Organics donne un bref aperçu des 12 principes de la permaculture ainsi que des analyses de leurs applications.

- Vera Greutink (2016). *Grown to cook* [Channel]. YouTube. <https://www.youtube.com/channel/UCidWVAVWCXVVNjHXpuFCfxNA>



→ La chaîne YouTube "Grown To Cook" de Vera Greutink vous aidera à résoudre toute question que vous pourriez avoir sur les méthodologies de la permaculture et la conception de la polyculture.

- Menker S. (2017). *A global food crisis may be less than a decade away* [Video]. TED Global. Consulté le 30 août 2020 sur https://www.ted.com/talks/sara_menker_a_global_food_crisis_may_be_less_than_a_decade_away?referrer=playlist-what_s_the_future_of_food

→ Cet exposé a été présenté lors d'une conférence officielle du TED. Sara Menker, la présentatrice, parle de la valeur globale de l'agriculture.

- Baumgartner E. (2019). *Big data, small farms and a tale of two tomatoes*. TED: TEDxNatick. Consulté le 24 septembre 2020 sur https://www.ted.com/talks/erin_baumgartner_big_data_small_farms_and_a_tale_of_two_tomatoes

→ Erin Baumgartner est une entrepreneuse qui partage son expérience de la gestion d'une entreprise de la ferme à la table. Elle explique comment les différents capteurs, la technologie et les données qu'ils fournissent peuvent contribuer à la gestion durable de la chaîne alimentaire et des déchets.

6. Sites web

- *Humidity and Temperature in Agriculture* (2019, May 13). OMNI Sensors & Transmitters. Consulté le 16 septembre 2020 sur <https://sensorsandtransmitters.com/humidity-and-temperature-in-agriculture/>

→ Ce site web concerne les effets de l'humidité et de la température sur l'agriculture.



- Bartok Jr., J. W. (2015). *Reducing Humidity in the Greenhouse*. University of Massachusetts Amherst. Consulté le 16 septembre 2020 sur <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/fact-sheets/reducing-humidity-in-greenhouse>

→ Ce site de l'université du Massachusetts Amherst fait référence à la relation entre la température et l'humidité.

- United Nations (UN) (n.d.) *Home*. Sustainable Development Goals. Consulté le 09 septembre 2020 sur <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

→ Un site web qui fournit des ressources et du matériel éducatif sur le programme de développement durable. Tous les objectifs sont importants, mais ceux qui présentent un intérêt pour le projet Green STEM sont :

- ✓ Objectif 2 : Zéro faim
- ✓ Objectif 6 : garantir l'accès à l'eau et à l'assainissement pour tous
- ✓ Objectif 12 : Consommation et production responsables
- ✓ Objectif 15 : La vie sur terre

- European Commission (n.d.). *Local Action Group Database*. European Network for Rural Development website. Consulté le 09 septembre 2020 sur: https://enrd.ec.europa.eu/leader-clld/lag-database_en?2nd-language=cs

→ Cette base de données permet d'entrer en contact avec les groupes d'action locale, afin de créer des réseaux et de coopérer entre eux. La base de données compte plus de 3000 groupes.



REFERENCES

- « Convention sur la diversité biologique: historique et glossaire » (2004). In European Commission website Retrieved on September 16, 2020 from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/MEMO_04_28
- cientistaagricola. (2018). cientistaagricola. Retrieved from cientistaagricola: <https://cientistaagricola.pt/preparacao-do-solo/>
- Addanki, S. C., & Venkataraman, H. (2017). Greening the economy: A review of urban sustainability measures for developing new cities. *Sustainable Cities and Society*, 32, 1-8.
- Agriterra, (2020). Sondas de humidade do solo. [T_Soil monitoring station]. Agriterra. Retrieved from [https://www.agriterra.pt/Artigos/304195-Sondas-de-humidade-do-solo-T-Soil-\(ficha-de-produto\).html](https://www.agriterra.pt/Artigos/304195-Sondas-de-humidade-do-solo-T-Soil-(ficha-de-produto).html)
- Agro Planning. (2019). Compatibilidade robótica aponta touros que podem gerar filhas mais adequadas ao sistema de ordenha robotizada. [cows milked by robotic system]. Agro Planning. Retrieved from <https://www.agroplanning.com.br/2019/02/01/compatibilidade-robotica-aponta-touros-que-podem-gerar-filhas-mais-adequadas-ao-sistema-de-ordenha-robotizada/>
- AJAP/Agri-Ciência. (2004). Gestão da Empresa Agrícola no Século XXI – Manual III – Tecnologias de Informação e Comunicação na Gestão da Empresa Agrícola. Portugal: Associação dos Jovens Agricultores de Portugal.
- Alphaomega Electronics (n.d.) WS-GP2 Advanced Automatic Weather Station System [Image]. Retrieved from <https://www.alphaomega-electronics.com/en/compact-stations-kits/1713-advanced-automatic-weather-station-system.html>
- Akeida, Mariana Keiko. (2017). Aplicação da Gestão de Operações em Uma unidade de Beneficiamento e Processamento de Ovos (Monograph, Federal University of Great Gold Production Engineering, Dourados, Brazil). Retrieved from <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2408/1/MarianaKeikoAkieda.pdf>
- Avtar R. *et al.* (2019) “Exploring Renewable Energy Resources Using Remote Sensing and GIS—A Review”. *Resources*. 8 (149): 1-23. Retrieved on September



16, 2020 from

https://www.researchgate.net/publication/335248878_Exploring_Renewable_Energy_Resources_Using_Remote_Sensing_and_GIS-A_Review

Braga, A. S., Braga, S. M., & Fernandes, C. V. (2011). ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS: Relato de uma. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1-16.

Brown, T. (2006). *Innovation through design thinking*. Lecture, MIT.

Brown, T., & Katz, B. (2019). *Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation* (Vol. 20091). HarperBusiness.

BRUOF. (2017, September). Tipos de irrigação: conheça as 4 principais técnicas mais utilizadas. Tipos de irrigação: conheça as 4 principais técnicas mais utilizadas. Retrieved from <https://irrigazine.wordpress.com/2017/09/30/tipos-de-irrigacao-conheca-as-4-principais-tecnicas-mais-utilizadas/>

Campezza. (n.d.). Onde Vende Microaspersor para Horta Mirabela. [micro-sprinkler system]. Campezza. Retrieved from <https://www.campezza.com.br/irrigacao/aspersores-de-irrigacao/bico-aspersor-para-irrigacao/onde-vende-microaspersor-para-horta-mirabela>

Centro Nacional de Cibersegurança PORTUGAL. (Abril de 2017). CNCP. Retrieved from <https://www.cncs.gov.pt/a-internet-das-coisas-iot-internet-of-things/>

Commonwealth Secretariat (n.d). *Empowering Young People*. Colelearning.net. Retrieved on June 30, 2020 from <http://www.colelearning.net/cyp/unit4/page3e.html>

Conserve Energy Future (2020). *What is Environmental Sustainability and Sustainable Development?*. Retrieved on September 16, 2020 from <https://www.conserve-energy-future.com/what-is-environmental-sustainability-and-sustainable-development.php>

Council of the European Union. (2020). Council position at first reading with a view to the adoption of a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on minimum requirements for the re-use of water - Adopted by the Council on 7 April 2020. Retrieved from <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15301-2019-REV-2/pt/pdf>



Crkeyline (n.d.). *What Is Keyline Design?*. Retrieved on September 16, 2020 from <http://crkeyline.ca/what-is-keyline-design/>

Cross, N. (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work*. Berg.

Cross, N., Dorst, K., & Roozenburg, N. (1992). Preface to Research in Design Thinking. *Research in Design Thinking*, Delft.

Cultibaga - Cultivo de Mirtilos Lda. Facebook. Retrieved on April 07, 2020 from <https://www.facebook.com/cultibaga/>

Dream Civil. (n.d.). Drip Irrigation (Trickle Irrigation) / Components and Operation of Drip Irrigation / 20 Advantages and Disadvantages of Drip Irrigation. [Drip irrigation system]. Dream Civil. Retrieved from <https://dreamcivil.com/drip-irrigation/>

Dunne, D., & Martin, R. (2006). Design thinking and how it will change management education: An interview and discussion. *Academy of Management Learning & Education*, 5(4), 512-523.

Duval J. (2017). « Concilier agriculture et énergies renouvelables - Rapport d'expertise ». *Energie Partagee website*. Retrieved on September 16, 2020 from <https://energie-partagee.org/wp-content/uploads/2017/10/Rapport-dexpertise-AgriEnR.pdf>

Ecorys et al. (2015), "General needs of young farmers in the EU" in *Needs of young farmers. Report I of the Pilot project: Exchange programmes for young farmers*. European Union. Retrieved on September 28, 2020 from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fa9c8e5e-eff8-11e5-8529-01aa75ed71a1>

eCycle Team. (n.d.). eCycle. Retrieved from <https://www.ecycle.com.br/2368-compostagem.html>

EDF Energy (n.d.) *Types of renewable energy*. Retrieved on September 16, 2020 from <https://www.edfenergy.com/for-home/energywise/renewable-energy-sources>

EDP Comercial. (2020). EDP. Retrieved from <https://www.edp.pt/content-hub/como-funciona-um-painel-fotovoltaico/>



Education WA (19.03.2019) *What is STEM?*. Retrieved on September 16, 2020 from <https://www.education.wa.edu.au/what-is-stem>

EIP-AGRI (2020). "EIP-AGRI Brochure- Sustainable and resilient farming: Inspiration from agro-ecology". *European Commission website*. Retrieved on June 30, 2020 from https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip-agri_brochure_agro-ecology_2020_en_web.pdf

Elegant Polymers. (n.d.). HDPE & PVC piping system. [Sprinkler irrigation system].
Elegant Polymers. Retrieved from <http://elegantpolymers.elegantpolymers.com/>

EMPL Committee Study (2015) *Encouraging STEM studies for the labour market*. Retrieved on September 16, 2020 from www.europarl.europa.eu/studies

Energypedia (14.07.2020) *Renewable Energy Resources in Powering Agriculture* . Retrieved on September 16, 2020 from https://energypedia.info/wiki/Renewable_Energy_Resources_in_Powering_Agriculture

ENON. (2019). ENON. Retrieved from <https://enon.pt/index.php/pt/component/k2/item/51-energia-solar-agricultura>

Eris, O. (2007). Insisting on truth at the expense of conceptualization: can engineering portfolios help?. *International Journal of Engineering Education*, 22(3), 551.

Eryildiz, S., & Xhexhi, K. (2012). " Eco Cities" Under Construction. *Gazi University Journal of Science*, 25(1).

Euro Plumbing. (2015). Do I Need A Retention Or Detention Water Tank?. [Retention water tank]. Euro Plumbing. Retrieved from <https://www.auckland.plumbing/retention-detention-water-tank/>

European Commission (2018a). *Organic Sector in the European Union*. [Image]. Retrieved on September 16, 2020 from https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming_en

European Commission (n.d.) *Key policy objectives of the future CAP*. European Commission website. Retrieved on September 28, 2020 from



https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/future-cap/key-policy-objectives-future-cap_en#nineobjectives

European Commission (n.d. b) *Organic at a glance*. Retrieved on September 16, 2020 from https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming_en

European Commission (2018b). *Gestion des terres agricoles dans le cadre de Natura 2000 - Rapport technique - 2018 – 002*. Retrieved on September 16, 2020 from https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Farmland_Annex-E_WEB_fr.pdf

Eurostat (11.02.2019 b). *Scientists and engineers in the EU*. [Image]. Retrieved on September 16, 2020 from <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/EDN-20190211-1>

Eurostat (2018a). *Farmers and the agricultural labour force – statistics*. European Commission. Retrieved on June 30, 2020 from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farmers_and_the_agricultural_labour_force_-_statistics#Farming_remains_a_predominantly_family_activity

Eurostat (2018b). *Age classes of farm managers, by gender, EU-28, 2016* [Image]. European Commission. Retrieved on July 03, 2020 from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/d/d8/Age_classes_of_farm_managers%2C_by_gender%2C_EU-28%2C_2016_%28%25_of_all_farm_managers%29.png

Eurostat (2018c). *Figure 2- Farmers and the agricultural labour force: tables and figures*. European Commission. Retrieved on June 30, 2020 from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/d/db/Farmers_and_the_agricultural_labour_force%2C_April_2019.xlsx

Eurostat (2019a). *Performance of the agricultural sector*. European Commission. Retrieved on July 01, 2020 from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Performance_of_the_agricultural_sector#:~:text=The%20EU's%



[20agricultural%20industry%20created,19.7%20%25%20higher%20than%20in%202010](#)

Eurydice Network (2011). "Mathematics Education in Europe:Common Challenges and

FAO (2018). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture*. Retrieved on September 16, 2020 from <http://www.fao.org/publications/sofa/2010-11/fr/>

FAO (2020). *Questions fréquemment posées sur l'agriculture biologique*. Retrieved on September 16, 2020 from <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/fr/>

Faquin, V. (2005). *Nutrição Mineral de Plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE.

Fubbá (2020). 6 aplicativos gratuitos para cuidar das suas plantas!. [images of the Plantix app]. Fubbá. Retrieved from <https://www.fubba.com.br/blog/6-aplicativos-gratuitos-para-cuidar-das-suas-plantas/>

GIZ and ICLEI. (2012). Discussion paper: Green urban economy – Conceptual basis and courses for action.

Global Footprint Network (2010). *The Ecological Wealth of Nations: Earth's biocapacity as a new framework for international cooperation*.

Gondchawar, N., & Kawitkar, R. (2016, June). IoT based Smart Agriculture. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*(5 6), 838-842.

Green Facts (2020). *Biodiversity & Human Well-being*. Retrieved on September 16, 2020 from <https://www.greenfacts.org/en/biodiversity/l-3/1-define-biodiversity.htm>

Greenaway. (n.d.). *The Composting Process*. [image illustrating composting process]. Greenaway. Retrieved from <http://www.greenawaycomposting.co.uk/process.php>

Habitat conservation (12.09.2020). In *Wikipedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Habitat_conservation

Home. Agriplanet- Agriculture Solutions. Retrieved on July 07, 2020 from <https://agriplanet.pt/>



Home. Terracrua Design. Retrieved on July 07, 2020 from

<https://en.terracruadesign.com/>

Home. Ygea Farm. Retrieved on July 06, 2020 from <https://www.ygea.farm/>

Homepage (n.d. a) La Ferme Bio du Petit Sart. Retrieved on July 06, 2020 from

<http://fermebiodupetitsart.be/>

Homepage (n.d. b) *STEM Alliance Logo*. [Image]. Retrieved on September 16, 2020

from <http://www.stemalliance.eu/>

Homepage c (n.d. c) *Scientix logo*. [Image]. Retrieved on September 16, 2020 from

<http://www.scientix.eu>

HortDaily (19.01.2019). *Top 5 sustainable and eco-friendly farming practices*. Retrieved on September 16, 2020 from

<https://www.hortidaily.com/article/9057986/top-5-sustainable-and-eco-friendly-farming-practices/>

Irritec. (n.d.). No title. [Usage of mobile application]. Irritec. Retrieved from

https://www.irritec.com/home_trashed/attachment/tech/

Jacobs, C., Berglund, M., Dworak, T., Marras, S., Mereu, V., Michetti, M., Marquardt, D., Fussel, H-M., Kehvola, H-M., Vanneuville, W., Picatoste, J. R., Aardenne, J. V., Christiansen, T., Lukewille, A., Qoul, C., Kazmierczak, A., German, R., Dore, C., Sanchez, B., ... Hasler, B. (2019). *Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe*. European Environment Agency - EEA. <https://doi.org/10.2800/537176>

Jawad, H. M., Nordin, R., Gharghan, S. K., Jawad, A. M., & Ismail, M. (2017, August). Energy-Efficient Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture: A Review. *Sensors*, 17 (8), 1781.

Keyline Design (25.09.2020). In *Wikipedia*. Retrieved

from https://en.wikipedia.org/wiki/Keyline_design

Lee, C., & Benza, R. (2015). Teaching Innovation Skills: Application of Design Thinking in a Graduate Marketing Course. *Business Education Innovation Journal*, 7(1).



Legnaioli, S. (n.d.). eCycle. Retrieved from <https://www.ecycle.com.br/1313-humus.html>

Lindberg, T., Gumienny, R., Jobst, B., & Meinel, C. (2010). Is there a need for a design thinking process. In *Design thinking research symposium* (Vol. 8, pp. 243-254).

Linton, G., & Klinton, M. (2019). University entrepreneurship education: a design thinking approach to learning. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 8(1), 1-11.

Luka, I. (2014). Design thinking in pedagogy. *The Journal of Education, Culture, and Society*, 5(2), 63-74.

Machado, R. (2018, September). Tecnologia no Campo. Retrieved from <https://tecnologianocampo.com.br/software-agricola/>

Mamede Santos, M. (n.d.) „Home“. Terracrua Design. Retrieved on July 08, 2020 from <https://en.terracruadesign.com/>

Martinez-Guanter, J., Ribeiro, Á., Peteinatos, G. G., Pérez-Ruiz, M., Gerhards, R., Bengochea-Guevara, J. M., Machleb, J., & Andújar, D. (2019). Low-Cost Three-Dimensional Modeling of Crop Plants. *Sensors* (Basel, Switzerland), 19(13), 2883. <https://doi.org/10.3390/s19132883>

National Policies”. Retrieved on September 16, 2020 from http://keyconet.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=e456b461-d3cd-4bd5-aabc-2cae2d4bfaf9&groupId=11028

Novais, Luís Miguel Marinho. (2015). Monitorização de variáveis em culturas agrícolas (Master's Dissertation, University of Minho, Portugal). Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/49198/1/Lu%c3%ads%20Miguel%20Marinho%20Novais.pdf>

OECD (2018), *PISA 2018 Results*. Retrieved on September 16, 2020 from <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm>

Otti, V. I., Nwafor, A. U., & Dan, N. K. (2018). The role of an environmental engineer in preventing and reducing environmental stress. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 12(11), 417-420.



Ovobel. (n.d.). Cascadoras coenraadts. [machine packing eggs]. Ovobel. Retrieved from <http://www.ovobel.com/productdetail.php?lang=ES&itemno=4>

Permaculture Vision (11.11.2018). *Difference Between Organic Gardening and Permaculture*. Retrieved on September 16, 2020 from <https://permaculturevisions.com/the-difference-between-organic-gardening-and-permaculture/>

Permaculture (16.09.2020). In *Wikipedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Permaculture#Common_practices

Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (Eds.). (2010). *Design thinking: understand improve—apply*. Springer Science & Business Media.

Possible Media (26.02.2015). *Keyline Design, a regenerative agriculture tool*. [Video]. Youtube. Retrieved on September 16, 2020 from <https://www.youtube.com/watch?v=UOR5JUOMmQQ&t=73s>

Ramanik P., Sharma D.K., Maity A. (2014). “Environmental Benefits of Conservation Agriculture”. *Indian Farming*: 64(8): 26-30. Retrieved on September 16, 2020 from https://www.researchgate.net/publication/280640422_Environmental_Benefits_of_Conservation_Agriculture

Rauth, I., Köppen, E., Jobst, B., & Meinel, C. (2010). *Design thinking: An educational model towards creative confidence*. In DS 66-2: Proceedings of the 1st international conference on design creativity (ICDC 2010).

Reis, P. (2019). Portal Energia. Retrieved from <https://www.portal-energia.com/sistema-aqua-armazenar-energia/>

Riverland Bio Farm. Facebook. Retrieved on July 06, 2020 from <https://www.facebook.com/riverlandbiofarm/>

Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3).

Science Direct (2019). *Renewable Energy Resources*. Retrieved on September 16, 2020 from <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/renewable-energy-resources>



Semear. (2020). Irrigação do arroz por aspersão reduz uso de água e custos por hectare. [Self irrigation system]. Semear. Retrieved from <https://semearagro.com.br/noticias/irrigacao-do-arroz-por-aspersao-reduz-uso-de-agua-e-custos-por-hectare>

Silvi, R. R., Tomich, T. R., Machado, F. S., Paiva, C. A., Mendonça, L. C., Campos, M. M., & Pereira, L. G. (2018). Pecuária leiteira de precisão: sistemas de ordenhas robotizadas. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite.

Socratic (17.03.2018) *What is environmental conservation?* Retrieved on September 16, 2020 from <https://socratic.org/questions/what-is-environmental-conservation>

Sustainable agriculture (16.09.2020). In *Wikipedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_agriculture

Tristany, M. G., & Coelho, J. C. (2003, May 28). Breve Apresentação e discussão em torno dos Sistemas de Informação Geográfica. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, 387-399.

UNEP (2010). Green Economy Report: A Preview. <http://www.unep.org/pdf/GreenEconomyReport-Preview-v2.0.pdf>

Unit Farm Economics: DG Agriculture and Rural Development (2017). “Young farmers in the EU – structural and economic characteristics”. *EU Agricultural and Farm Economics Briefs (15)*: 1-17. Retrieved on July 02, 2020 from https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/agri-farm-economics-brief-15_en.pdf

United Nations Development Programme (UNDP) (2009). Human Development Report 2009. Overcoming barriers: Human mobility and development.

University of Minnesota. (2018). Tillage implements. [tillage implements]. University of Minnesota Extension. Retrieved from <https://extension.umn.edu/soil-management-and-health/tillage-implements-purpose-and-ideal-use#medium-depth-tillage-%285-to-10-inches%29-1202762>

Vianna, J. T. D. da Silva (2017). Análise de Alternativas para Conservação de Água em Edificações Residenciais Funcionais em Brasília – DF (Dissertation for Masters in Environmental Technology and Water Resources, University of Brasilia, Brazil).



Retrieved from

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/24364/1/2017_JorgeThiagoDuartedaSilvaVianna.pdf

Webster (2020). *Agricultural Engineering definition*. Retrieved on September 16, 2020 from <https://www.merriam-webster.com/dictionary/agricultural%20engineering#:~:text=Log%20In-Definition%20of%20agricultural%20engineering,the%20processing%20of%20farm%20products>

WikiHow (06.2020) *Quels sont les cinq types d'énergies renouvelables*
? Retrieved on September 16, 2020 from <https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/energie-renouvelable-sont-cinq-types-energies-renouvelables-4134/>



The European Commission support for the production of this document does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union