

THÈME 4 : MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION



LE FIL ROUGE HISTOIRE D'UNE EXPLOITATION LAITIÈRE EN FRANCE (CHAPITRE 4)

À la ferme des Renoir, on a besoin d'être performant pour que toute la famille puisse vivre de l'exploitation et cela demande de l'investissement personnel pour se former et organiser les tâches. Mais attention, malgré les nouvelles technologies, les fermiers veulent s'assurer que leur production respecte le bien-être animal, que leur lait soit d'une qualité irréprochable et qu'ils participent à la protection de l'environnement. D'ailleurs, ils font partie des 94 000 adhérents de la Charte des Bonnes Pratiques d'Élevage qui les fait progresser dans leurs pratiques et leur permettent de mieux répondre aux attentes de leurs clients et au delà, des consommateurs. Ils ont même construit récemment une laiterie et fabriquent quelques fromages de vache pour lesquels ils ont obtenu une Médaille d'argent au Concours Général Agricole de Paris. Ils les vendent sur les marchés locaux. Ils ont également installé des panneaux solaires sur le toit de l'étable pour réduire leur consommation électrique et placé un pré-refroidisseur sur le tank à lait. De son côté, la commune s'est dotée d'éoliennes et les a installées en retrait des fermes car elles ne font pas bon ménage avec les vaches, elles font baisser leur productivité. Côté agricole, ils utilisent la matière organique pour les cultures, mais aussi des machines ultra-performantes et entièrement automatisées. Dernièrement, Sabine a souhaité ouvrir sa ferme aux enfants et mis en place une visite pédagogique qui s'appuie sur plusieurs panneaux d'information.





Travail aux champs



Tracteur et transport de ballots d'herbe ensilée (enrubannage)



Tracteur sans accessoire



Caméra de sécurité



Tracteur et mélangeuse à alimentation pour le bétail



Tracteur et récolte de la moisson



Robot de traite



Transmission cellulaire

DE QUOI PARLE-T-ON ?

C'est le moment d'observer, d'expérimenter, de transmettre l'information et de se projeter dans la vie d'un éleveur.

L'histoire du lait au fil des siècles va de pair avec l'évolution des sciences et des technologies.

- **La séquence 1** met en œuvre la matière organique par les hommes: transformation des déchets organiques en engrais naturel et transformation du lait en fromage.
- **La séquence 2** met en œuvre la matière comme masse à travers une expérience : l'avalanche du lait.
- **La séquence 3** met en œuvre la transformation de la matière et la notion de mélanges à travers une expérience : l'arc-en-ciel.
- **La séquence 4** permet de comprendre la transmission d'un message à travers deux exemples : entre deux êtres humains (visite d'une exploitation laitière : échange et compréhension) ou entre deux machines (positionnement satellite et technologie cellulaire).
- **Enfin un zoom développement durable** met en parallèle en séquence 1 les progrès technologiques et la gestion des mouvements par rapport aux engagements des agriculteurs-éleveurs pour le sol ou l'animal à travers trois exemples : l'épandeur, l'ensileuse, le robot de traite. En séquence 2, on aborde sous le même angle les sources d'énergie à travers les dépenses en électricité ou en fioul de l'exploitation laitière.

THÈME 4 : MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION



SÉQUENCE 1 DE L'USAGE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE PAR LES HOMMES

Les hommes peuvent utiliser certains procédés naturels de décomposition pour recycler les déchets biodégradables, s'en servir d'engrais naturel. Lors de l'épandage des cultures, ils améliorent les propriétés physiques du sol : moins compact, amélioration de la circulation d'eau et d'air, augmentation de la résistance à l'érosion par le vent et l'eau entre autres. Riches en eau et en matière organique, ils apportent beaucoup d'humus au sol et sont essentiels à la bonne croissance des plantes.

Les hommes sont également des producteurs secondaires lorsqu'ils transforment des aliments qui sont de la matière organique, comme le lait en d'autres produits alimentaires. Elle peut également devenir matériau ou ingrédient lorsqu'elle est utilisée par les hommes dans les matériaux de construction, les textiles, les aliments transformés et les médicaments.

THÈME 4 : MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION

SÉQUENCE 1

DE L'USAGE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE PAR LES HOMMES : PROCÉDÉS NATURELS

FICHE

OBSERVATION & EXPÉRIENCE

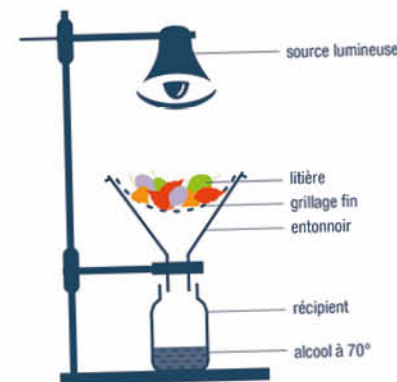
• EXEMPLE 1 : LE COMPOST

Il est composé de résidus organiques des cultures et de matières minérales, arrosés de lisier. Il est entreposé entre deux et six mois, durée nécessaire à sa fermentation durant laquelle les matières organiques sont transformées par des micro-organismes (champignons et bactéries). La fermentation dégage de la chaleur qui peut atteindre jusqu'à 70°C, cette chaleur permet de détruire les larves d'insectes et les semences des herbes indésirables. Une fois à maturation, le compost est épandu dans les prairies ou sur les cultures comme engrais naturel permettant de diminuer de moitié l'usage d'engrais de synthèse.



• EXEMPLE 2 : L'APPAREIL DE BERLÈSE

Il permet d'extraire la microfaune d'un échantillon de terre, de compost par exemple. L'échantillon est placé dans la cuvette dont le fond est constitué d'un tamis. Une source de chaleur et de lumière (électrique) est maintenue au-dessus de l'échantillon. La lumière et la dessiccation chassent les animaux, qui traversent le tamis, descendent dans l'entonnoir et finissent par tomber dans un flacon collecteur contenant un liquide conservateur. On peut alors les prélever et les observer à l'aide d'un microscope.



SCHEMA DE L'APPAREIL DE BERLÈSE



Guide de manipulation de l'appareil de Berlèse

- Placer un échantillon de sol (litière et humus) sur le grillage fin qui tapisse le fond de l'entonnoir.
- Allumer la source lumineuse installée au-dessus de l'entonnoir.
La lampe, qui éclaire et chauffe fortement, fait fuir les animaux vers le bas. Ils tombent alors dans le récipient contenant de l'alcool à 70° (qui les tue).
- Laisser la lampe fonctionner au moins pendant 48 heures pour récolter un grand nombre d'animaux du sol.

THÈME 4 : MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION



SÉQUENCE 2 LA MATIÈRE EST CE QUI A UNE MASSE

La masse est une grandeur physique qui caractérise un échantillon de matière. L'état physique d'un échantillon de matière dépend de sa température. La masse se mesure avec une balance.

On distingue trois états à la matière ou état physique d'un échantillon de matière : solide, liquide et gazeux. Le lait se présente sous deux de ses états : liquide, le plus commun et solide, c'est celui du lait en poudre.

THÈME 4 :
MATIÈRE, MOUVEMENT,
ÉNERGIE, INFORMATION

SÉQUENCE 2
LA MATIÈRE EST CE QUI A UNE MASSE

FICHE
OBSERVATION & EXPÉRIENCE

• LE MATÉRIEL

- 1 mini aquarium ou 1 récipient transparent de préférence dont l'arrière est recouvert d'un sac poubelle noir pour mieux voir l'avalanche
- 1 planche
- de l'eau
- du lait

• L'AVALANCHE DE LAIT

- Objectif : démontrer que le lait est plus dense que l'eau, donc plus lourd que l'eau.
- Pourquoi ? À cause de sa composition (87% d'eau et 13% de matières grasses, de protéines, de glucides, de minéraux et de vitamines).

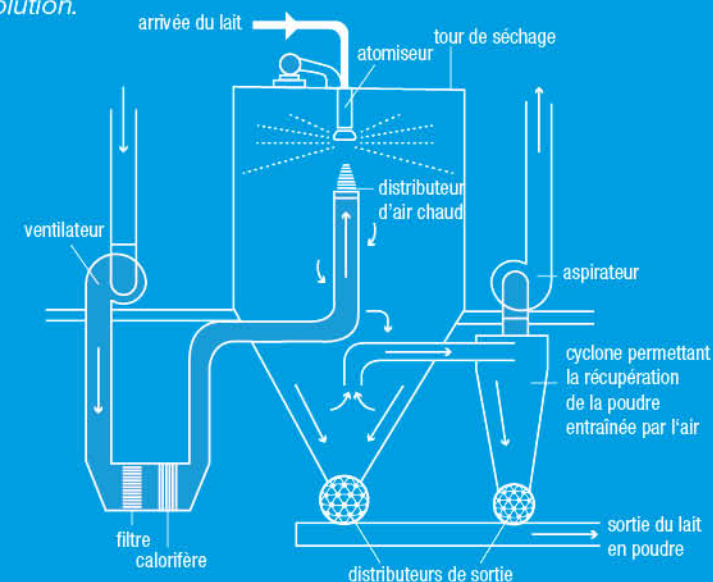
• DEUX METHODOLOGIES

- 1 - Procéder au remplissage du récipient avec de l'eau (¾), immerger la planche en diagonale pour simuler une pente (vous pouvez également coller quelques petits objets sur la pente) en la laissant émerger sur 1/3 de sa longueur. Une fois l'eau stagnante, verser délicatement une petite quantité de lait au début de la planche et marquer un temps d'observation. Le lait dévale la pente, trouble l'eau et coule au bas de la planche.
- 2 - On peut vérifier notre hypothèse par une autre méthode qui consiste à peser 100 g de lait dans un verre doseur et 100 g d'eau dans un autre. En mettant chacun des verres doseurs sur une balance, on voit qu'il faut plus d'eau que de lait pour obtenir le même poids.

Sciences et Technologie 6^e / Visite pédagogique d'une exploitation laitière : séquence d'investigation

LE COIN DES CURIEUX

Le lait en poudre : lait solide. Baptisé aussi poudre de lait, lait déshydraté ou lait à dissolution instantanée, il s'agit d'un lait dont la quasi totalité de l'eau a été éliminée. Inventé au XIX^e pour pouvoir transporter le lait sans risque sanitaire, le lait en poudre peut se conserver jusqu'à un an avant ouverture et à température ambiante. Il est aussi facile à stocker, léger à transporter : 100 g de poudre réhydratée donne 1 litre de lait liquide. On peut le boire ou le cuisiner. Le lait en poudre sert à la fabrication de préparations alimentaires industrielles (comme dans le chocolat ou le lait infantile) ou à l'alimentation du bétail. Pour l'alimentation humaine, on utilise un procédé par atomisation ou pulvérisation dit « spray ». Après pasteurisation et concentration à température modérée, le lait est finement pulvérisé dans une tour de séchage chauffée par un courant d'air sec et chaud (environ 150°C). L'eau s'évapore et la poudre ainsi obtenue est soumise au processus de granulation (on utilise la vapeur d'eau) destiné à optimiser la dissolution.



SÉQUENCE 3

RÉALISER DES MÉLANGES PEUT PROVOQUER UNE TRANSFORMATION DE LA MATIÈRE



LE COIN DES CURIEUX

Une petite démonstration de l'invisible avec une $\frac{1}{2}$ cuillère à café de yaourt que l'on montre aux élèves en leur posant la question suivante : « Voici 1 gramme de yaourt. À votre avis, combien contient-il de bactéries vivantes ? » La réponse est : 10 millions. Mais attention, il s'agit de bonnes bactéries pour notre corps d'abord et utiles ensuite pour la transformation du lait en yaourt : on les appelle des ferments lactiques parce qu'ils permettent la fermentation du lait. On peut s'être procuré ces bactéries (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) en poudre en pharmacie et les montrer alors sous leur forme solide.

THÈME 4 :

MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION

SÉQUENCE 2

RÉALISER DES MÉLANGES PEUT PROVOQUER UNE TRANSFORMATION DE LA MATIÈRE

ANNEXE

FICHE

OBSERVATION & EXPÉRIENCE

- LE MATÉRIEL**
 - 1 assiette creuse
 - du lait entier ou cru (l'explosion de couleurs sera plus généreuse car le lait contient le maximum de matières grasses)
 - du colorant alimentaire (au moins 3 couleurs différentes)
 - une pipette
 - un peu de liquide vaisselle
 - une soucoupe
 - quelques cotons-tiges très propres
- UN ARC-EN-CIEL DANS LE LAIT**
 - Objectif : distinguer les mélanges homogènes (dont les constituants ne sont pas visibles à l'œil nu comme ceux du lait entier ou cru), des mélanges hétérogènes (dont les constituants sont visibles à l'œil nu comme les colorants ou le liquide vaisselle).
- MÉTHODOLOGIE**
 - Verser le lait dans l'assiette creuse, attendre que la surface soit calme. Déposer une goutte de colorant de chaque couleur au centre de l'assiette sans que les gouttes se touchent. Elles flottent, on appelle cela la tension superficielle (On peut dire que les molécules d'eau qui sont à la surface du lait font un barrage et mettent les gouttes de colorant en suspension).
 - Maintenant, placer du liquide vaisselle dans la soucoupe et imbibé un coton-tige. Toucher très délicatement la surface du lait avec le côté imbibé du coton-tige au milieu des gouttes de colorant : les couleurs s'écartent par réaction chimique et ne se dissolvent toujours pas dans le lait. Ces molécules que l'on appelle tensioactifs ont des propriétés différentes : l'une est hydrophile (aime l'eau), elle reste en suspension.
 - Poursuivre l'expérience en trempant franchement votre coton-tige imbibé de liquide vaisselle et agitez-le à la surface de l'assiette : cette fois, tous les éléments contenus dans l'assiette se dissolvent. L'autre propriété est lipophile (aime les matières grasses) : les tensioactifs vont chercher à s'associer aux matières grasses contenues dans le lait et entraîner avec eux les colorants alimentaires. Ces dessins sont la manifestation visible d'une réaction chimique invisible.

Sciences et Technologie 6^e / Visite pédagogique d'une exploitation laitière : séquence d'investigation

Cniel

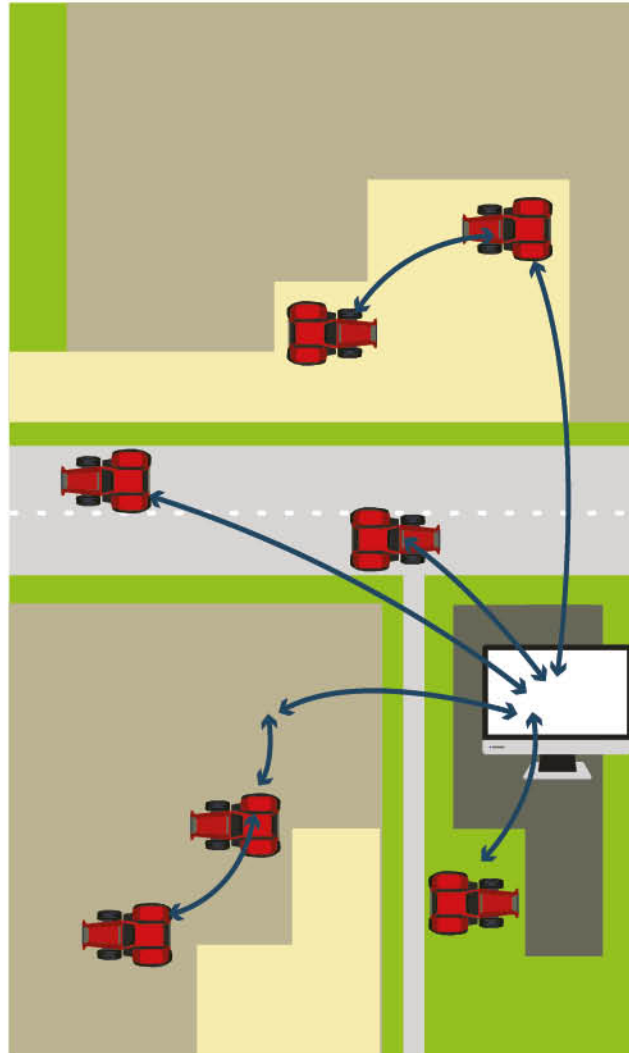
THÈME 4 : MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION

SÉQUENCE 4 IDENTIFIER UN SIGNAL OU UNE INFORMATION

Il existe des outils qui améliorent la productivité d'une exploitation avec une gestion en temps réel des ressources (machines). Ils utilisent un système de positionnement par satellite et la technologie cellulaire pour envoyer et recevoir des informations des machines agricoles sous réserve de couverture GSM. Cela va permettre :

- de déterminer précisément l'emplacement d'une machine
- de communiquer via l'affichage cabine de n'importe quelle machine avec son conducteur
- de coordonner la logistique des engins agricoles de façon à gérer efficacement l'entretien, le ravitaillement, la livraison des produits utiles aux cultures
- générer des rapports en temps réel sur la productivité, les revenus et les coûts
- protéger le matériel en limitant son périmètre d'actions, en gérant le temps de travail des machines

Dans le cadre de la visite de l'exploitation par des scolaires, Sabine souhaitait s'adresser à eux avec le bon langage mais il y a longtemps qu'elle n'a plus d'enfants en âge scolaire et elle ne se souvient plus très bien de quelle façon s'y prendre. Elle a fait appel au Cniel, l'interprofession des produits laitiers pour lui fournir le matériel adéquat. Sabine est l'émetteur (elle code l'information suivant un langage) et les enfants/élèves sont les récepteurs (ceux qui vont interpréter ou décoder le langage pour comprendre l'information).



Technologie cellulaire, transmission satellite



Communication graphique

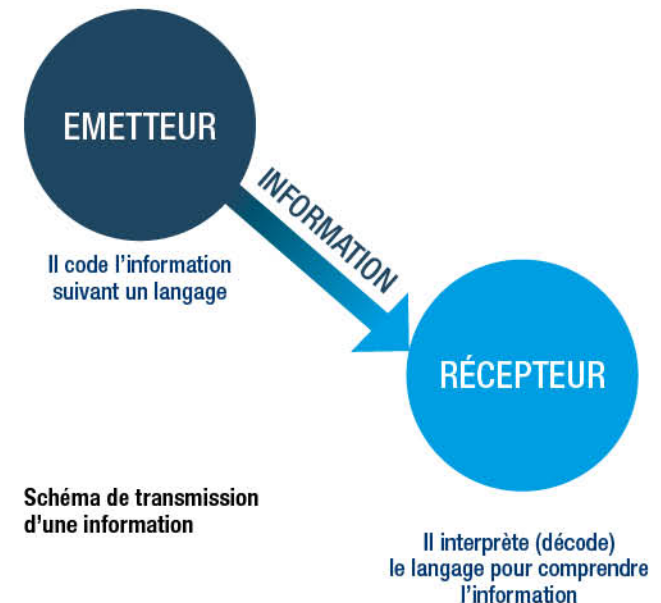


Schéma de transmission d'une information

THÈME 4 : MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION

ZOOM DÉVELOPPEMENT DURABLE

DE QUOI PARLE-T-ON ?

Des machines pour un élevage en mouvement.

Le machinisme agricole a transformé le métier d'agriculteur, désormais libéré de certaines tâches pénibles et ayant moins de besoin en main d'œuvre. Le High Tech s'installe dans les fermes et nécessite des compétences spécifiques pour les éleveurs et une nouvelle organisation entre les exploitations pour copartager les plus grosses machines. Les machines agricoles toujours plus performantes pour plus de productivité mais aussi les robots de ferme. Par exemple : les distributeurs automatiques de foin pour les vaches qui se ferment lorsqu'elles atteignent leur ration ou encore le « repousse-fourrage » qui ramène les herbes sèches vers les vaches afin qu'elles ne consomment pas que les graines, leurs aliments préférés. Ici une fourche géante qui brasse le foin et l'aère, là une semeuse qui dépose les graines une par une dans les sillons, à intervalles identiques, encore ici, des robots de traite.

L'exploitation est en permanence en recherche d'économie d'énergie voire d'énergie de substitution (énergie renouvelable).

Toutes ces machines nécessitent du fuel comme principale source d'énergie et c'est le poste alimentation ou affouragement (distribution des fourrages aux animaux) qui en consomme le plus. La deuxième source d'énergie est l'électricité liée au fonctionnement des divers équipements : tank à lait, chauffe-eau en premiers postes de dépenses, éclairage des bâtiments d'élevage, nettoyeurs haute pression pour l'environnement de la traite, robots de traite mais aussi griffe à foin, racleur automatisé, pompe de transfert des déjections...



Eclairage d'une étable fermée



Chauffe-eau élevage bovin



Robot d'alimentation en lait pour les veaux



Griffe draineuse du foin

LE COIN DES CURIEUX

Plus de 1 200 éleveurs en Loire-Atlantique et Maine-et-Loire ont répondu à l'enquête laitière de 2013 pour donner un baromètre exhaustif de leur métier à l'horizon 2020. Les résultats évoquent une demande de lait en augmentation de 11%. Ces éleveurs ont été classés en catégories originales : les « valorisateurs » (proches de l'agriculture biologique) préfèrent produire moins de lait avec moins de vaches et moins de surfaces ; les « stables » vont continuer sur leur rythme avec une légère augmentation du nombre de vaches et une surface constante ; les « progressifs » vont augmenter leur cheptel et leur surface ; les « fonceurs » vont augmenter leur cheptel, leur surface et embaucher. Le changement de l'équipement de traite sera un facteur à prendre en compte (les robots de traite) et les surfaces, plus favorables, seraient concentrées sur les Mauges et le Segréen, plus propices à l'élevage. En France, une vache laitière dispose d'un hectare de pré et de champ pour se nourrir.

THÈME 4 : MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION

ZOOM DÉVELOPPEMENT DURABLE

SÉQUENCE 1

OBSERVER ET DÉCRIRE DIFFÉRENTS TYPES DE MOUVEMENTS

L'évolution du tracteur, machine emblématique de l'agriculture illustre la tendance générale des matériels agricoles. L'agriculture est robotisée. Un tracteur agricole remplit trois fonctions :

- la traction (d'où son nom) de remorques destinées au transport ou bien d'autres machines agricoles (charrue, épandeur à fumier, pulvérisateur) grâce à des barres d'attelage
- le support d'accessoires installés à l'avant ou le plus souvent à l'arrière
- l'animation de machines agricoles comportant des pièces rotatives ou des vérins grâce à une prise de force, un système hydraulique ou pneumatique

LE COIN DES CURIEUX

Les premiers tracteurs fonctionnaient avec des moteurs à vapeur et des roues en acier. Le moteur à essence a été inventé dans les années 1890. Si le tracteur est aujourd'hui une machine agricole essentielle, il ne se généralise qu'à partir du début du XX^e siècle et dans certaines régions qu'après la seconde guerre mondiale. Le tracteur possède une cabine spacieuse et confortable dont le siège s'adapte au poids du chauffeur. L'air y est climatisé. Ils sont équipés de pneumatiques de plus en plus larges pour éviter de compacter la terre. La plupart possèdent quatre roues motrices qui permettent une meilleure adhésion au sol compte tenu du poids de l'engin et de sa puissance. Le relevage est utilisé pour soulever un outil de 1 à 9 tonnes. Depuis les années 80, l'apparition de l'électronique embarquée a permis de développer la programmation des actions à réaliser. L'ordinateur de bord permet de surveiller tous les paramètres programmés et de détecter d'éventuels problèmes. Il fonctionne comme une automobile : à gauche, l'embrayage, au centre le frein et à droite l'accélérateur.



Ancêtre du tracteur

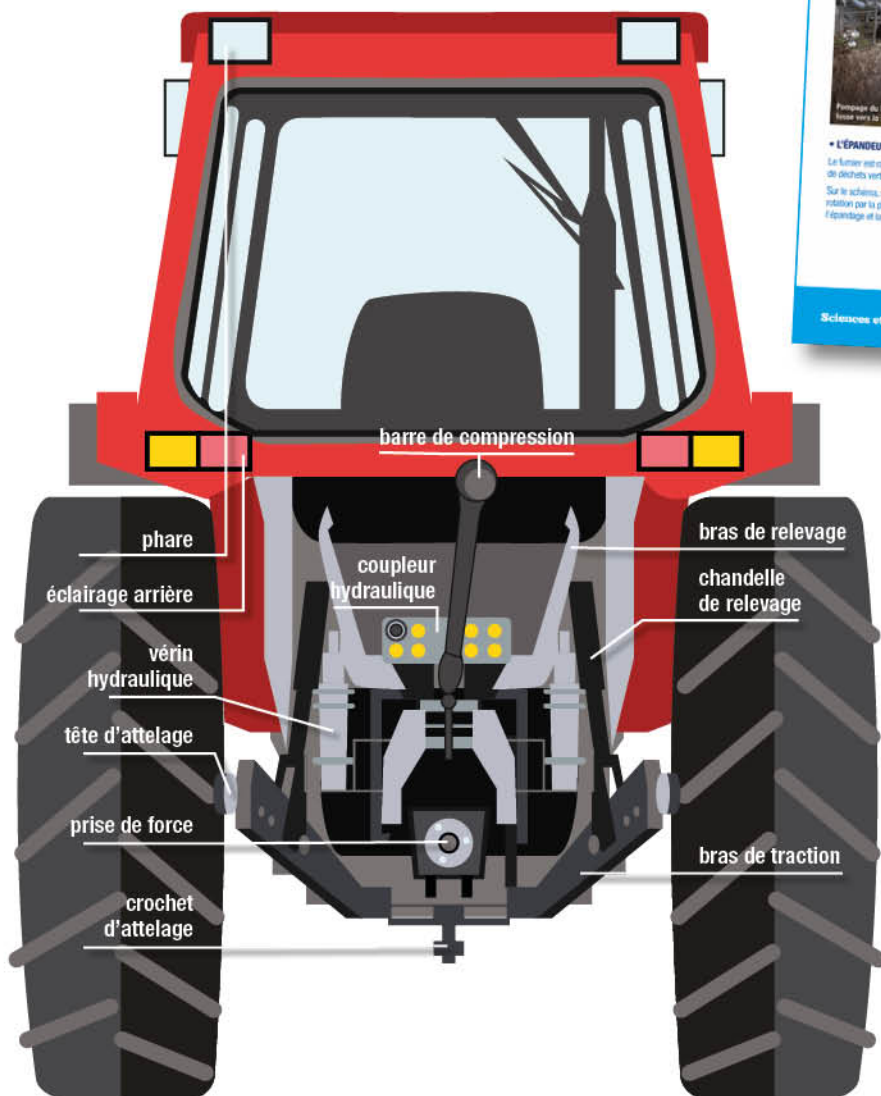


Tracteur actuel



Cabine électronique embarquée

Au tracteur sont arrimés toutes sortes de matériels et quelquefois plusieurs simultanément (cas de l'épandeur) ou bien plusieurs machines en même temps (cas de l'ensileuse).



- Exemple 2 :
Le robot de traite



THÈME 4 : MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION

ZOOM DÉVELOPPEMENT DURABLE

SÉQUENCE 2

IDENTIFIER CERTAINES SOURCES D'ÉNERGIE ET LES MAÎTRISER

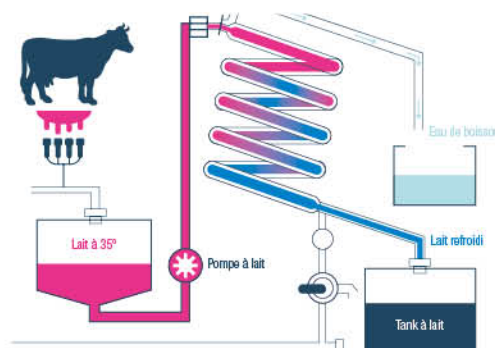
Pour analyser les consommations globales en énergie des exploitations laitières, l'ensemble des consommations sont exprimées en kWh/VL/an. Un litre de fuel équivaut à 9,853 kWh. Voici quelques exemples de pratiques mises en place ou qui pourraient être envisagées pour mieux gérer les dépenses énergétiques.

Pour minimiser les consommations de carburant du tracteur d'élevage, il est nécessaire de bien veiller à maîtriser le temps de fonctionnement du tracteur en optimisant les tâches à effectuer et la bonne gestion des « accessoires » à utiliser (vérifier par exemple s'il est préférable d'utiliser un matériel copartagé ou son propre matériel pour un travail donné). Le mode de conduite est également important ainsi que le bon réglage du moteur, ils permettent d'économiser jusqu'à 1,5 litre de fuel par heure soit 900 litres en moyenne pour 600 heures d'usage par an.

Le **pré-refroidisseur** est un équipement permettant de limiter le temps mis par le tank pour abaisser la température du lait de 35°C à 4°C. Un échangeur de chaleur est positionné entre la pompe à lait et le tank permettant ainsi de transférer les calories générées par le refroidissement du lait vers de l'eau. La mise en place de cet équipement permet de réduire les consommations d'énergie du tank de 40 à 50%. On peut également prévoir un récupérateur de chaleur sur le tank à lait.

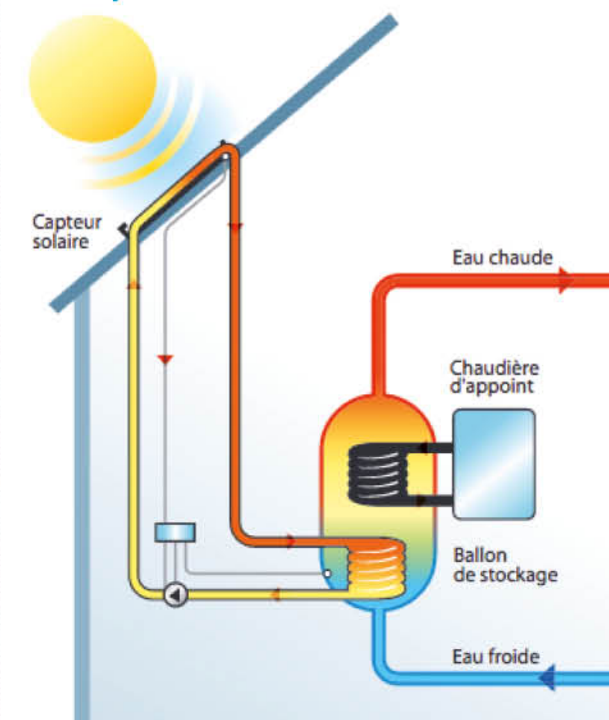
L'installation d'un **chauffe-eau solaire** c'est-à-dire un échange thermique entre une source chaude et l'eau de consommation (source froide) adapté aux besoins de l'exploitation. Il est compatible avec le pré-refroidisseur et accélère l'économie d'énergie générée.

• Exemple 1 : Le pré-refroidisseur tubulaire



Pré-refroidisseur tubulaire

• Exemple 2 : Le chauffe-eau solaire



Panneaux solaires

Produire du biogaz c'est utiliser de grandes quantités de matière organique (ou biomasse), une matière première locale d'origine agricole ou agro-alimentaire mais ce procédé est aujourd'hui faiblement exploité.

Ainsi, une vache peut produire environ $1,5 \text{ m}^3$ de biogaz/jour. En termes d'énergie, ceci équivaut à environ un litre de fuel.

Les cultures intermédiaires peuvent fournir entre 2000 et 3000 m^3 de biogaz par hectare et par an.

THÈME 4 :

MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION

ZOOM DÉVELOPPEMENT DURABLE

SÉQUENCE 2

IDENTIFIER CERTAINES SOURCES D'ÉNERGIE ET LES MAÎTRISER
EXEMPLE 3 : LA BIOMÉTHANISATION

La biométhanisation

Toutes les biomasses solides ou liquides peuvent être biométhanisées.

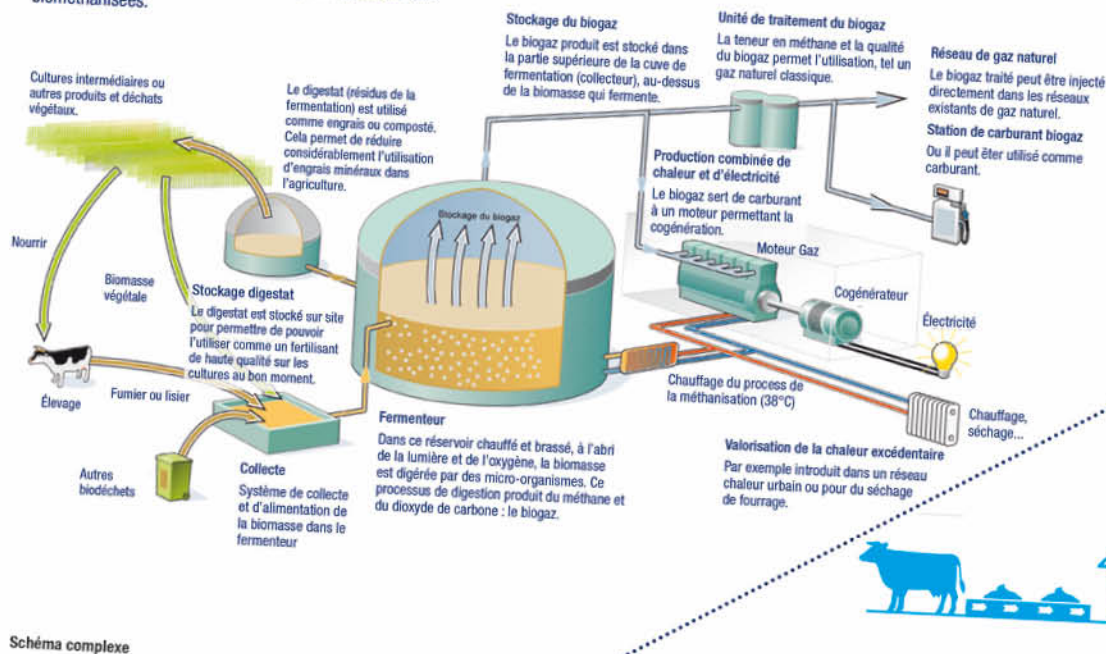


Schéma complexe

Schéma simplifié

LE COIN DES CURIEUX

Produire du biogaz c'est utiliser de grandes quantités de matière organique (ou biomasse), une matière première locale d'origine agricole ou agro-alimentaire mais ce procédé est aujourd'hui faiblement exploité.

Ainsi, une vache peut produire environ $1,5 \text{ m}^3$ de biogaz/jour. En termes d'énergie, ceci équivaut à environ un litre de fuel.

Les cultures intermédiaires peuvent fournir entre 2000 et 3000 m^3 de biogaz par hectare et par an.