

Chapitre 2 : Les pratiques culturales en tant que moyen de conservation des sols cultivé

1. Les pratiques culturales un moyen de conservation des sols cultivés

Les pratiques culturales jouent un rôle essentiel dans la conservation des sols cultivés en prévenant l'érosion, en améliorant la structure du sol et en maintenant sa fertilité. Ces techniques visent à optimiser l'utilisation des terres agricoles tout en minimisant leur dégradation. Parmi les principales pratiques figurent le travail réduit du sol, la rotation des cultures, les cultures de couverture et l'agroforesterie...etc.

1.1. Travail réduit du sol et semis direct

Le labour intensif peut accélérer l'érosion éolienne et hydrique en exposant la couche superficielle du sol. Le semis direct (sans labour) et les techniques de travail minimal du sol permettent de préserver la structure du sol, de maintenir la matière organique et de réduire la perte de nutriments (**Derpsch et al., 2010**). Ces méthodes favorisent également l'activité biologique du sol, notamment celle des vers de terre, qui améliorent l'aération et l'infiltration de l'eau (**Fig. 1**).



Figure 1 : Semis direct sous couvert végétal (Site 12)

1.2. Rotation des cultures et diversification

La monoculture épuise les nutriments du sol et augmente les risques de maladies. La rotation des cultures (alternance de céréales, légumineuses et plantes à racines profondes) améliore la fertilité du sol en fixant l'azote et en brisant les cycles des parasites (**Kassam et al., 2013**).

Par exemple, l'introduction de légumineuses comme le trèfle ou la luzerne enrichit le sol en azote grâce à la symbiose avec les bactéries *Rhizobium* (**Fig. 2**).

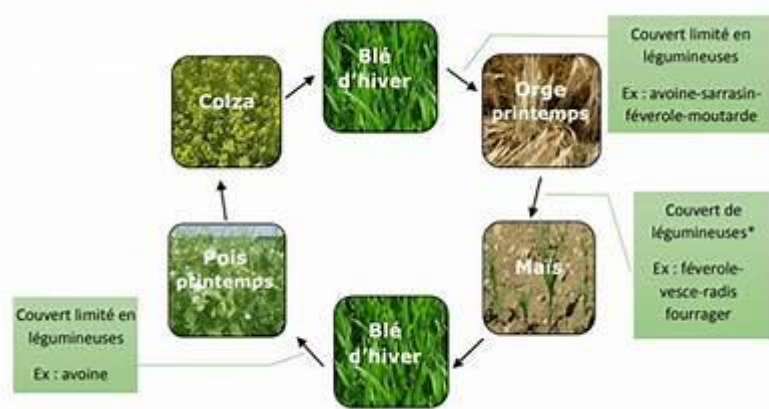


Figure 2 : Exemple de Rotation des cultures (Site 13)

1.3. Cultures de couverture et paillage

Les cultures de couverture (comme le seigle, le radis fourrager ou le trèfle) protègent le sol entre deux cultures principales. Elles réduisent l'érosion, améliorent la rétention d'eau et limitent la croissance des mauvaises herbes (**Blanco-Canqui *et al.*, 2015**). Le paillage (utilisation de résidus végétaux ou de paille) diminue également l'évaporation et maintient une température stable dans le sol.

1.4. Agroforesterie et bandes enherbées

L'agroforesterie associe arbres et cultures pour une meilleure gestion des sols. Les arbres fixent le sol grâce à leurs racines, fournissent de l'humus via la décomposition des feuilles et créent des microclimats favorables (**Jose, 2009**). Les bandes enherbées en bordure des champs filtrent les ruissellements et réduisent la pollution des cours d'eau (**Fig. 3**).



Figure 3 : Système agroforestier avec des cultures (Site 14)

Les pratiques culturales durables sont indispensables pour préserver la qualité des sols cultivés. En combinant travail réduit du sol, rotations, couvertures végétales et agroforesterie, les agriculteurs peuvent lutter contre l'érosion, améliorer la biodiversité et assurer une production à long terme.

2. Relation entre l'addition de matières organiques et la conservation des sols

L'addition de matières organiques (MO) constitue une pratique agroécologique fondamentale pour la conservation des sols agricoles. Cette addition de la MO est une pratique essentielle pour améliorer la qualité et la durabilité des sols cultivés. Cette relation synergique repose sur plusieurs mécanismes interdépendants qui améliorent simultanément la qualité physique, chimique et biologique des sols. Elle joue un rôle clé dans la fertilité du sol, la stabilité structurale, la rétention d'eau et la réduction de l'érosion. Les matières organiques proviennent de diverses sources, telles que les composts, les fumiers, les résidus de cultures et les engrais verts. Leur incorporation dans le sol stimule l'activité biologique et favorise la formation d'humus, un composé stable qui améliore les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

2.1. Amélioration de la structure et stabilité du sol

Les matières organiques agissent comme un ciment naturel, favorisant la formation d'agréats stables par l'intermédiaire des polysaccharides microbiens et des complexes organo-minéraux (**Six *et al.*, 2004**). Cette agrégation réduit considérablement la sensibilité du sol à l'érosion hydrique et éolienne. Les sols enrichis en matière organique présentent une porosité accrue (jusqu'à 30% d'augmentation selon **Blanco-Canqui & Lal, 2008**), améliorant ainsi l'infiltration de l'eau et réduisant le ruissellement de surface.

Cette amélioration de la structure réduit les risques de compactage et d'érosion hydrique ou éolienne (**Bronick & Lal, 2005**). Un sol riche en MO résiste mieux aux pluies intenses, car les agrégats limitent la formation d'une croûte de battance. De plus, la MO augmente la porosité du sol, facilitant l'infiltration de l'eau et réduisant le ruissellement.

2.2. Amélioration de la fertilité et de la rétention des nutriments

La décomposition des matières organiques libère des nutriments essentiels (azote, phosphore, potassium) sous une forme progressivement disponible pour les plantes (**Stevenson, 1994**). La matière organique sert de réservoir nutritif, libérant progressivement N, P, S et micronutriments par minéralisation. Selon Stevenson (**1994**), 1% de matière organique supplémentaire peut fournir 20-30 kg d'azote/ha/an. La capacité d'échange cationique (CEC) est augmentée de 2 à 5 fois dans les sols riches en matière organique (**Brady & Weil, 2008**), réduisant ainsi les pertes par lessivage. Les composés humiques ont également une capacité d'échange cationique (CEC) élevée, ce qui permet de retenir les ions nutritifs et de limiter leur lessivage. Par exemple, l'apport de compost ou de fumier augmente la disponibilité de l'azote, réduisant ainsi le besoin en engrais minéraux (**Fig.15**).

2.3. Stimulation (activation) de l'activité biologique

L'apport organique stimule l'activité microbienne (jusqu'à 10 fois plus importante selon **Insam (2001)** et la macrofaune du sol. Les vers de terre, dont la population peut augmenter de 300% (**Edwards & Bohlen, 1996**), améliorent la structure du sol par leurs galeries et leurs turricules. Cette activité biologique accélère la formation d'humus stable.

Les microorganismes (bactéries, champignons) et la macrofaune (vers de terre, collemboles) dépendent de la matière organique comme source d'énergie. Une augmentation de la MO favorise la biodiversité du sol, accélère la décomposition des résidus et améliore la formation d'humus (**Lavelle et al., 2006**). Les vers de terre, en particulier, contribuent à l'aération du sol et à la création de galeries, ce qui améliore la circulation de l'eau et des racines.

2.4. Réduction de l'érosion et adaptation aux changements climatiques

Les sols enrichis en MO ont une meilleure résilience face à la sécheresse grâce à leur capacité accrue de rétention d'eau. De plus, les résidus organiques en surface (paillage) protègent le sol contre l'impact des gouttes de pluie, principale cause de l'érosion (**Lal, 2020**). Dans les régions arides, l'ajout de MO permet également de séquestrer du carbone, contribuant ainsi à atténuer les émissions de CO₂.

2.5. Optimisation des propriétés hydriques

L'incorporation de matière organique augmente la capacité de rétention en eau du sol de 20 à 40% (**Hudson, 1994**). Cette propriété est particulièrement cruciale en contexte de changement climatique, permettant aux sols de mieux résister aux épisodes de sécheresse. Les résidus organiques en surface (paillage) réduisent également l'évaporation de l'eau du sol de 30 à 50% (**Unger et al., 1991**).

2.6. Séquestration du carbone et atténuation climatique

Les pratiques de gestion organique permettent de séquestrer 0,1 à 1 tonne de C/ha/an (**Lal, 2004**), contribuant ainsi à l'atténuation des GES. Les systèmes avec apports organiques réguliers montrent une augmentation du stock de carbone de 10 à 30% sur 10 ans (**West & Post, 2002**).

Applications pratiques recommandées :

- Apports de compost (10-20 t/ha tous les 3-5 ans)

- Incorporation de cultures de couverture (3-5 t MS/ha/an)
- Paillage avec résidus végétaux (couverture > 30% du sol)
- Rotation avec légumineuses (fixation biologique d'azote)

3. Amélioration et stabilisation de la structure par addition de matières organiques

L'addition de matières organiques (MO) représente une solution agroécologique majeure pour améliorer durablement la structure des sols agricoles. Par des processus à la fois physiques, chimiques et biologiques, la MO transforme la microstructure du sol, augmentant sa résistance aux contraintes mécaniques et climatiques (**Bronick & Lal, 2005**). Cette amélioration structurale est particulièrement cruciale dans les sols dégradés ou sensibles à l'érosion.

3.1. Mécanismes d'amélioration structurale

La matière organique agit comme un agent de cohésion à travers trois mécanismes complémentaires

a) Encollage particulaire

Les polymères organiques (glomaline, polysaccharides microbiens) enrobent les particules minérales, formant des ponts moléculaires. Ces substances colloïdales, particulièrement les acides humiques, créent des complexes argilo-humiques stables (**Six et al., 2004**). Des études en microscopie électronique ont montré que ces liaisons peuvent doubler la cohésion des agrégats.

b) Structuration biologique

La macrofaune du sol, notamment les vers de terre (*Lumbricus terrestris*), ingère et mélange la MO avec les particules minérales, excréant des turricules riches en mucus. Ces structures cylindriques présentent une stabilité remarquable, avec des taux de dispersion dans l'eau inférieurs à 10% (**Edwards & Bohlen, 1996**). Un seul ver de terre peut produire 4-10 kg de turricules par an.

c) Réseau mycélien

Les hyphes fongiques (en particulier les mycorhizes) forment un véritable "squelette organique" enchevêtrant les agrégats. **Tisdall & Oades (1982)** ont démontré que ce réseau peut augmenter la résistance à la rupture des agrégats de 30-50%.

3.2. Impacts mesurables sur les propriétés physiques

L'enrichissement en MO modifie fondamentalement les caractéristiques structurales :

a) Porosité

b) Stabilité des agrégats

Le test de stabilité à l'eau (méthode Yoder) montre :

- Indice de stabilité moyen : 0,45 (sans MO) → 0,75 (avec 5% MO)
- Réduction de 60% de la dispersion des argiles

c) Résistance mécanique

Des essais au pénétromètre indiquent :

- Réduction de 25-40% de la résistance à la pénétration
- Limite de liquidité augmentée de 15-20 points

3.3. Facteurs d'efficacité

L'impact structural dépend de plusieurs paramètres :

a) Qualité de la MO

- Rapport C/N optimal : 15-25
- Degré d'humification : MO bien décomposée > résidus frais
- Teneur en lignine : influence la durabilité des effets

b) Conditions pédoclimatiques

- Effet maximal en sols argileux (30-50% d'argile)
- Humidité > 60% de la capacité au champ optimise les processus
- Température idéale : 15-25°C pour l'activité biologique

3.4. Applications pratiques

Pour une optimisation des résultats :

a) Méthodes d'apport

- Incorporation superficielle (0-20 cm)
- Fractionnement des apports (2-3 applications/an)
- Combinaison avec couvert végétal

b) Doses recommandées

Tableau 3 : Doses recommandées selon le type de sol (Baize, 2000)

Type de sol	Dose annuelle (t MS/ha)	Fréquence
Sols sableux	8-12	Annuelle
Sols limoneux	5-8	Tous les 2 ans
Sols argileux	3-5	Tous les 3 ans

c) Synergies culturelles

- Rotation avec légumineuses (*Trifolium* spp.)
- Techniques sans labour
- Paillage organique permanent

3.5. Perspectives innovantes

Les recherches récentes explorent :

- L'utilisation de biochars comme amendement structurant
- L'optimisation des communautés microbiennes
- Les indicateurs moléculaires de stabilité structurale

Cette amélioration structurale durable permet de :

- ✓ Réduire l'érosion hydrique de 60-80%

- ✓ Augmenter l'infiltration de 30-50%
- ✓ Améliorer la portance des sols
- ✓ Faciliter le développement racinaire

4. Le travail du sol

Le travail du sol est une analyse approfondie des techniques et de leur impact sur la conservation des sols. C'est une pratique agricole fondamentale visant à préparer le lit de semence, gérer les résidus culturaux et améliorer les propriétés physiques du sol. Lorsqu'il est bien maîtrisé, il contribue à la conservation des sols en limitant l'érosion, en améliorant l'infiltration de l'eau et en favorisant l'activité biologique (**Lal, 2020**). Cependant, son efficacité dépend du type de travail, de la fréquence et des conditions pédoclimatiques.

4.1. Objectifs du travail du sol

Le travail du sol englobe l'ensemble des interventions mécaniques visant à modifier l'état physique du sol pour le préparer à la culture. Ses principaux objectifs sont :

- Préparation du lit de semence (aération, réchauffement)
- Gestion des résidus végétaux
- Contrôle des adventices
- Amélioration de l'infiltration hydrique
- Incorporation des amendements

4.2. Rôle du travail du sol dans la conservation des sols

a) Réduction de l'érosion

- Labour en billons : Crée des micro-reliefs qui ralentissent le ruissellement (**Morgan, 2005**).
- Travail superficiel : Maintient une couverture partielle du sol pour limiter l'impact des pluies.
- Techniques anti-érosives (ex : travail suivant les courbes de niveau) réduisent l'érosion hydrique de 30 à 50% (**Derpsch et al., 2010**).

b) Amélioration de l'infiltration et de la rétention d'eau

- Décompactage : Le sous-solage améliore la porosité en profondeur, favorisant l'enracinement et le drainage (**Pagliai et al., 2004**).
- Travail en bandes (strip-till) : Perturbe seulement la ligne de semis, conservant une structure stable entre les rangs.

c) Gestion des résidus et contrôle des adventices

- Incorporation des résidus : Accélère leur décomposition et réduit les maladies (**Kassam et al., 2013**).
- Travail superficiel (hersage) : Détruit les mauvaises herbes sans perturber excessivement le sol.

4.3. Techniques alternatives de travail du sol pour une meilleure conservation

On distingue les catégories :

a) Travail Conventionnel (Labour)

- Profondeur : 20-30 cm
- Outils : Charrue à socs ou à disques
- Avantages : Bonne incorporation des résidus

- Inconvénients : Dégradation structurale accélérée

b) Techniques Culturelles Simplifiées (TCS)

- Outils : Décompacteurs, cultivateurs à dents
- Économie énergétique : 25-30%
- Réduction de la profondeur (10-15 cm au lieu de 25-30 cm).
- Utilisation d'outils à dents (décompacteurs) plutôt qu'à socs.

c) Semis Direct

- Perturbation minimale (<5 cm)
- Outils spéciaux : Semoirs à disques
- Avantage majeur : Conservation maximale de la structure
- Aucun travail du sol, les graines sont placées directement dans les résidus.
- Réduction de l'érosion (-70%) (**Derpsch et al., 2010**).
- Meilleure activité biologique (vers de terre +300%) (**Edwards & Bohlen, 1996**).

c) Travail en planches permanentes

- Seule la zone de semis est travaillée chaque année, le reste reste intact.
- Réduction du tassement.
- Économie de carburant (**-30%) (**Soane et al., 2012**)

4.4. Impact du travail du sol sur les propriétés physico-chimiques du sol

a) Effets Positifs :

- Augmentation de la macroporosité (+15-25%)
- Meilleure infiltration (jusqu'à 50% d'amélioration)
- Réchauffement plus rapide au printemps

b) Effets Négatifs d'un travail du sol excessif

- Risque de compaction (passage d'engins) : Le passage répété d'engins lourds tasse les horizons profonds.
- Minéralisation accélérée de la MO (jusqu'à 30% de perte) : Réduit la fertilité à long terme (**Lal, 2020**).
- Formation possible de semelle de labour
- Dégradation de la structure : Le labour intensif peut détruire les agrégats et favoriser la formation d'une croûte de battance (**Six et al., 2004**).

4.5. Travail du sol et biodiversité

L'impact sur la vie du sol varie considérablement (**Tab. 16**) :

Tableau 4 : L'impact du travail du sol sur la vie du sol (Site 16)

Organisme	Labour Intensif	TCS	Semis Direct
Vers de terre	-70%	-30%	+50%
Mycorhizes	-80%	-40%	+100%
Microarthropodes	-60%	-20%	+40%

4.6. Innovations Récentes

- Agriculture de Précision : Guidage GPS pour éviter le surcroisement
- Outils Intelligents : Capteurs mesurant la résistance du sol en temps réel
- Robotique Agricole : Machines légères autonomes

4.7. Recommandations pour une pratique durable

- Adapter la profondeur à la texture du sol
- Travailler à l'optimum hydrique (ni trop sec, ni trop humide)
- Alternier les outils (dents/socs/disques)
- Combiner avec des couverts végétaux (Tab. 5).

Tableau 5 : Comparaison des différentes techniques de travail du sol (INRAE, 2020).

Pratique	Avantages	Limites
Labour occasionnel (tous les 3-5 ans)	Aération profonde	Perturbation biologique
Travail réduit (10-15 cm)	Économie d'énergie	Gestion des adventices
Semis direct	Meilleure conservation	Nécessite herbicides

5. La rotation des cultures

5.1. Définition et principes de base

La rotation des cultures est une pratique agronomique ancestrale qui consiste à alterner différentes espèces végétales sur une même parcelle selon un cycle planifié. Reconnue comme un pilier de l'agriculture durable, elle joue un rôle clé dans la conservation des sols en améliorant leur structure, leur fertilité et leur résilience face aux aléas climatiques (**Kassam et al., 2019**). Face aux défis actuels de dégradation des terres, cette pratique offre des solutions à la fois économiques et écologiques.

5.2. Conception d'une rotation conservatrice

La rotation culturale est une succession planifiée de différentes espèces végétales sur une même parcelle au cours des saisons. Cette pratique millénaire repose sur trois **principes agronomiques fondamentaux** :

- Alternance des familles botaniques : éviter céréale après céréale ; ex : céréales → légumineuses → crucifères)
- Variation des systèmes racinaires (profondeur, densité)
- Modulation des besoins nutritifs (plantes exigeantes vs améliorantes)
- Intégrer des plantes améliorantes (légumineuses, engrais verts)
- Adapter aux contraintes locales (sol, climat, marché)

Tableau 6 : Exemple de Rotation des cultures et Analyse des impacts sur le sol pour chaque culture (Arvalis, 2021).

Année	Culture	Bénéfice Sol
1	Blé + trèfle sous-semis	Structure, azote
2	Pomme de terre	Aération profonde
3	Luzerne	Humus, lutte adventices

4	Tournesol	Desserrement, compact	horizon
---	-----------	--------------------------	---------

5.3. Mécanismes de conservation des sols par la rotation

a) Amélioration de la Structure du Sol

- Variation des systèmes racinaires : L'alternance entre plantes à racines pivotantes (ex : luzerne) et fasciculées (ex : céréales) crée un réseau poreux stable, réduisant les risques de compactage (**Bronick & Lal, 2005**).

- Stimulation de l'activité biologique : Les légumineuses (pois, trèfle) favorisent la vie microbienne, augmentant la formation d'agrégats (+30% de stabilité selon **Six et al., 2004**).

b) Gestion de la Fertilité

- Fixation naturelle d'azote : Les légumineuses en symbiose avec *Rhizobium* peuvent restituer 50-200 kg N/ha/an (**Crews & Peoples, 2004**).

- Recyclage des nutriments : Les cultures profondes (tournesol) remontent le phosphore et le potassium des couches inférieures.

c) Lutte contre l'Érosion

- Couverture permanente : L'enchaînement de cultures à cycles courts et de couverts végétaux réduit l'exposition du sol aux agents érosifs (**Morgan, 2005**).

- Effet tampon : Les résidus variés forment un mulch protecteur, diminuant l'érosion hydrique jusqu'à 60% (**Derpsch et al., 2014**).

5.4. Impacts Agronomiques Majeurs

a) Gestion de la fertilité du sol

- Légumineuses (pois, luzerne) : Fixation symbiotique d'azote (50-200 kg N/ha/an)

- Plantes à enracinement profond (tournesol) : Remontée des nutriments

- Effet précédent cultural : Un bon précédent peut augmenter le rendement de 15-30%

b) Régulation des Bioagresseurs

- Rupture des cycles des pathogènes spécifiques

- Réduction des adventices par variation des dates de semis

- Diminution des nématodes grâce aux plantes pièges

5.5. Conception d'une rotation optimale

Critères de conception :

- Équilibre économique (cultures rentables)

- Compatibilité technique (matériel disponible)

- Adaptation pédoclimatique

- Durée du cycle (3 à 7 ans idéalement)

Exemple de rotation performante :

1. Blé d'hiver
2. Pois protéagineux
3. Orge de printemps + couvert végétal
4. Colza

5.6. Bénéfices Environnementaux

- Réduction des intrants : -20 à 30% d'engrais minéraux
- Séquestration carbone : +0,5 à 1 t C/ha/an
- Préservation de la biodiversité : +40% d'auxiliaires
- Économie d'eau : Meilleure infiltration (+25%)

5.7. Innovations et adaptations modernes :

- Rotations avec CIPAN (Cultures IntermédiaIRES Pièges à Nitrates)
- Introduction de nouvelles espèces (lentilles, chanvre)
- Outils d'aide à la décision (logiciels de planification)
- Agriculture de précision : adaptation intra-parcellaire

5.8. Étude de Cas : Rotation Bioéconomique

Système testé en Bretagne (INAO, 2022) :

- Année 1 : Froment + trèfle sous-semis
- Année 2 : Pomme de terre
- Année 3 : Sarrasin
- Année 4 : Légumes de plein champ

Résultats après 5 cycles :

- ✓ Rendement stabilisé (+12%)
- ✓ Indice de santé des sols : +35%
- ✓ Marge brute : +18%

La rotation culturale représente l'outil le plus puissant pour concilier :

- ✓ Productivité économique
- ✓ Résilience agroécologique
- ✓ Durabilité environnementale

6. Le Mulching

6.1. Définition et principes du Mulching

Le mulching, ou paillage, est une technique agricole consistant à recouvrir le sol avec des matériaux organiques ou synthétiques pour le protéger et améliorer ses propriétés. Cette pratique vise à réduire l'érosion, maintenir l'humidité, réguler la température du sol et limiter la croissance des adventices (FAO, 2019). Les paillis peuvent être constitués de résidus de cultures (paille, feuilles), de compost, de plastiques biodégradables ou de films synthétiques.

Cette pratique agit comme :

- Barrière physique contre l'érosion
- Régulateur thermique et hydrique
- Source de matière organique

6.2. Avantages du Mulching pour la Conservation des Sols

- **Réduction de l'érosion** : Le paillage protège le sol contre l'impact des gouttes de pluie et le vent, limitant ainsi la perte de terre arable (Lal, 2020). Réduction de 70-90% de l'érosion hydrique (Morgan, 2005), protection contre le vent (jusqu'à 50% de pertes en moins).

- **Amélioration de l'infiltration de l'eau** : En évitant la formation d'une croûte de battance, le mulching favorise la pénétration de l'eau dans le sol (Kader *et al.*, 2017).

- **Régulation thermique** : Le paillage maintient une température stable, protégeant les racines des variations extrêmes (Moreno & Moreno, 2008).

- **Enrichissement en matière organique** : Les paillis organiques se décomposent progressivement, améliorant la fertilité du sol (Magdoff & Van Es, 2021).

-Amélioration des propriétés physico-chimiques

- Température stabilisée ($\pm 5^{\circ}\text{C}$ vs sol nu)
- Humidité maintenue (+30% de rétention)
- pH stabilisé par effet tampon

-Stimulation de la Vie Biologique

- Multiplication des vers de terre (+300%)
- Activité microbienne accrue

6.3 .Types de Mulching et leurs applications

-**Paillis organiques** : Paille, copeaux de bois, tonte de gazon (idéal pour les cultures maraîchères).

-**Paillis plastiques** : Films noirs ou transparents utilisés en horticulture pour contrôler les mauvaises herbes.

-**Paillis vivants** : Plantes couvre-sol (trèfle, luzerne) entre les rangs de culture (Tab. 7).

Tableau 7 : Comparaison des différents types de Mulching (INRAE, 2020 ; ADEME, 2021 ; FAO, 2017).

Type	Avantages	Inconvénients	Durée
Paille	Économique, bonne isolation	Risque de vol	6-12 mois
Tonte de gazon	Richesse en N	Tassement possible	2-4 mois
Bois raméal	Apport lignine durable	C/N élevé	12-24 mois
Plastique noir	Réchauffement rapide	Pollution potentielle	1 saison

6.4. Limites et Précautions

- Certains paillis (comme la paille non compostée) peuvent temporairement immobiliser l'azote du sol (Sullivan, 2003).
- Les films plastiques, bien qu'efficaces, posent des problèmes de pollution s'ils ne sont pas biodégradables.

Le mulching est une méthode efficace pour préserver la santé des sols cultivés, combinant avantages agronomiques et environnementaux. Son adoption à grande échelle pourrait contribuer à une agriculture plus durable.

6. 6. Innovations Récentes

- Mulching biodégradables à base d'amidon
- Paillis enzymatiques à décomposition contrôlée
- Couches superposées (carton + paille)
- Robotique pour paillage précis

6.7. Étude de cas : Impact à long terme

Essai INRAE (2015-2022) :

- Parcelle témoin (sans paillis) : Taux de MO = 1.2%
- Parcelle paillée (paille+tontes) : Taux de MO = 2.8%

- Résultats :

- Infiltration +45%
- Rendement +18%
- Économie d'eau 30%

Le mulching est la technique la plus polyvalente pour :

- ✓ Protéger instantanément le sol
- ✓ Améliorer progressivement sa fertilité
- ✓ Réduire l'empreinte environnementale