



Les stratégies de désherbage alternatives dans les légumes-racines : un outil pour s'y retrouver.

Denis Giroux, agr. RLIB

Marilou Ratté, agr. CIEL



Mise en contexte

Le désherbage des légumes-racines : des défis complexes à relever



Lutte chimique

Difficile de s'en passer...



- **Problème de résistance**
- **Retrait du marché**



Bayer met fin à la commercialisation du Betamix



MARAÎCHERS

29 MAI 2023

Bayer met fin à la commercialisation du Betamix



BERNARD LEPAGE
Collaboration spéciale

Article du 29 mai 2023, B. Lepage; La terre de chez nous

Lutte mécanique

Implique certaines pratiques de précision

Exemple : Avoir des rangs parallèles



VS



Difficultés agronomiques pour les légumes-racines :

- Pas d'espacement entre les plants
- Semis hâtif
- Plantules fragiles
- Peu compétitif



Desherbage manuel

Souvent essentiel : peu de producteurs de légumes-racines (régie conventionnelle ET bio) n'en ont pas recours pour désherber sur le rang durant la saison.



- Couteux
- Demande beaucoup de main d'oeuvre
- Long



Pratiques prophylactiques

Permet de réduire la pression des mauvaises herbes :

- Faux-semis
- Semis tardifs
- Rotation avec d'autres cultures que les légumes
- EV et CC : compétition aux MH après la récolte



Photo du 27 juillet 2024 : semis tardif (fin juin) de rutabaga !



Nouvelles technologies

Offre diversifiée, potentiel intéressant, mais...

- Coût élevé
- +/- adapté aux cultures maraîchères semées
- Réglementation
- Défis similaires au sarclage mécanique



Malgré tout...

Malgré :

- Les bonnes pratiques
- L'utilisation d'herbicide lorsque disponible
- La lutte mécanique
- La technologie

Malgré toute notre bonne volonté !

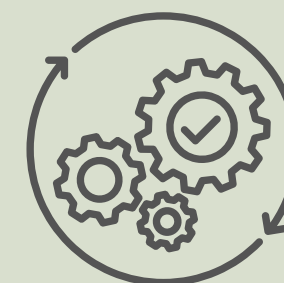


**Les mauvaises herbes poussent et
compétitionnent les cultures**



Donc...

**Il faut maximiser le potentiel des outils
mécaniques et des nouvelles technologies**



Utiliser des outils adaptés

**Utiliser les outils au bon moment,
lorsqu'ils sont les plus efficaces**

Combiner les outils selon leur force

**Faire les ajustements pour exploiter leur
pleine capacité**

Faire des essais



Innovations au sein des fermes :

les producteurs maraîchers sont «condamnés» à innover



Modifications et modernisation de vieux équipements



Conception d'équipements de désherbage de précision



Amélioration des unités de sarclage



Essais de différents équipements, avec ou sans résultats concluants



Système de guidage (GPS/RTK, autoguidage par caméra, conduite hydraulique...)



Sarcleur de précision



Conception d'outils



Pyrodésherbeur



LaserWeeder



WeedZapper



Caméra de guidage

Freins à l'adoption



Deux raisons :



Manque de soutien technique sur le terrain

- On ne sait pas quels outils sont les plus adaptés à nos cultures, nos sols, nos contraintes de travail
- On veut éviter d'acheter des équipements qui ne serviront pas ou qui ne répondront pas aux attentes



Manque d'expérience et de connaissance du secteur de la part des équipementiers pour conseiller adéquatement les producteurs maraîchers

Le projet :

éclairer les producteurs, les conseillers et les fabricants

Objectif : concevoir un outil d'aide à la décision sous forme d'arbres bidirectionnels pour le choix d'outils de désherbage adéquats



Les outils à utiliser ne seront pas les mêmes selon la pression et le stade de croissance des mauvaises herbes



Divisions des arbres décisionnels :

- Stade de la culture
- Stade de la MH

Démarches



Rencontres avec une 15aine de producteurs et leur conseiller



Discussion avec plusieurs équipementiers et fabricants



Implication de personnes ressources clés



Participation à divers comités

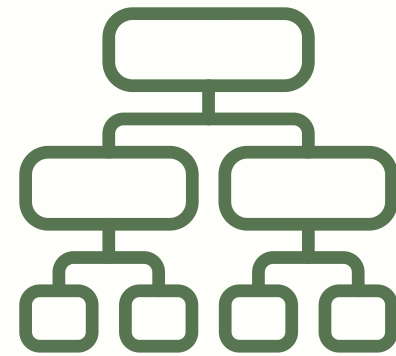
Les outils



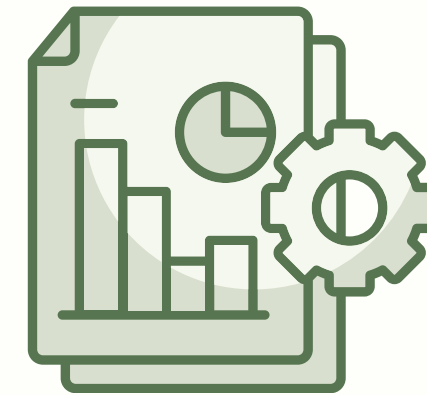
Arbres décisionnels



Fiches techniques



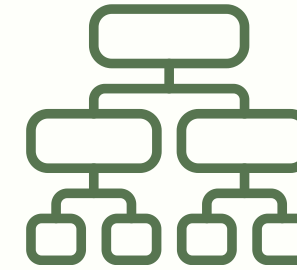
**Détermine la
compatibilité des
équipements selon
divers critères
agronomiques**



**Explique les détails
techniques de
l'équipement**

Outils complémentaires !

6 arbres décisionnels



6 arbres

- 1 **Prélevée**
fil blanc à cot. } **Stade de la culture**
Stade des MH
- 2 **Post-levée hâtive (cot. - 4F)**
fil blanc à cot.
- 3 **Post-levée hâtive (cot. - 4F)**
> 2-3F.
- 4 **Post-levée tardive (> 4F)**
fil blanc à cot.
- 5 **Post-levée tardive (> 4F)**
> 2-3F.
- 6 **Système de guidage**

Autres facteurs considérés

- Sur ou près du rang (post-levée)
- Culture
- Types de sol
- Conditions de sol

Équipements

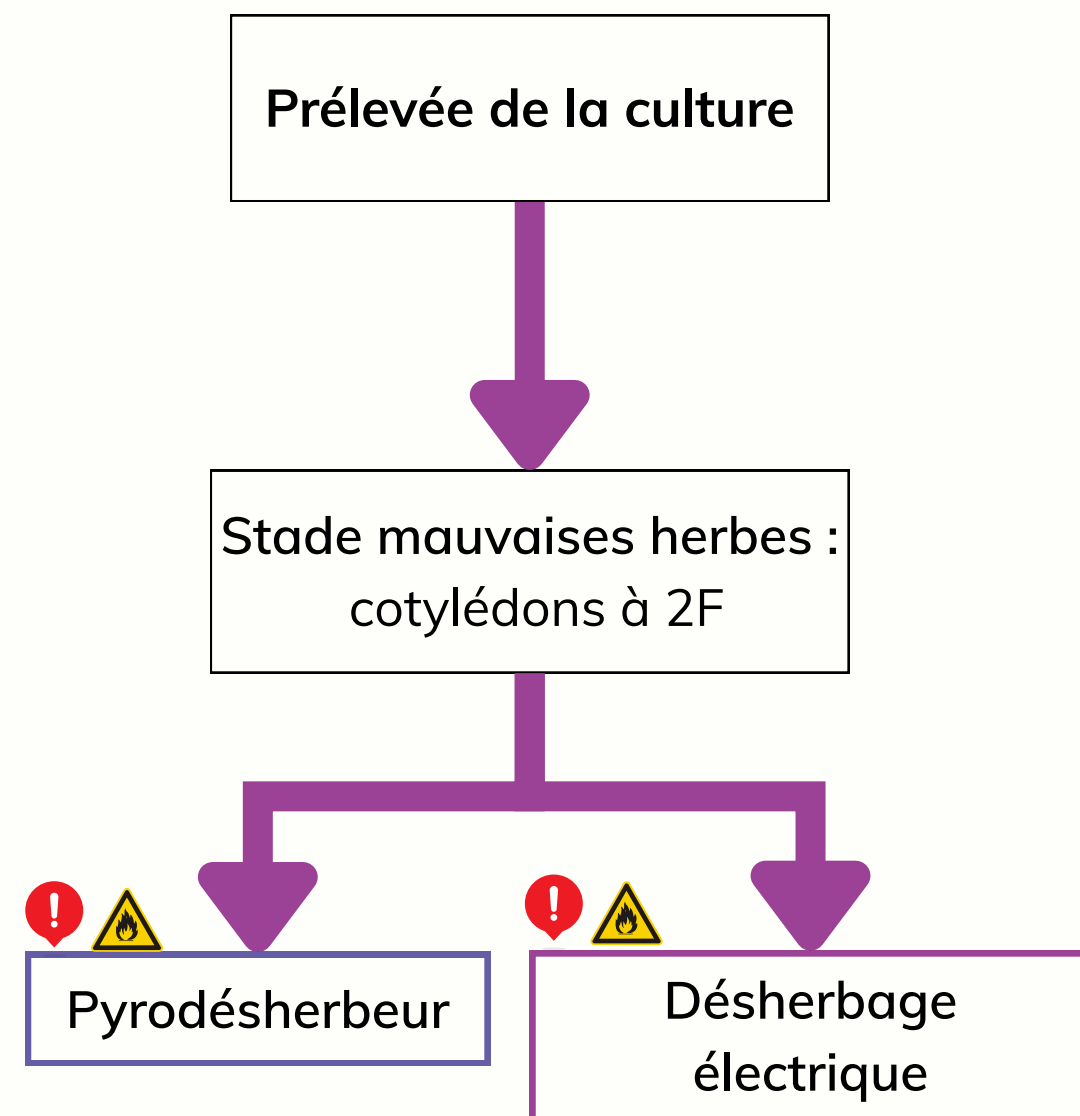
- Outils de sarclage mécanique conventionnel
- Nouvelles technologies
- Prototypes à surveiller
- Théoriquement plausible, adaptation au champ nécessaire

Comment en faire la lecture ?



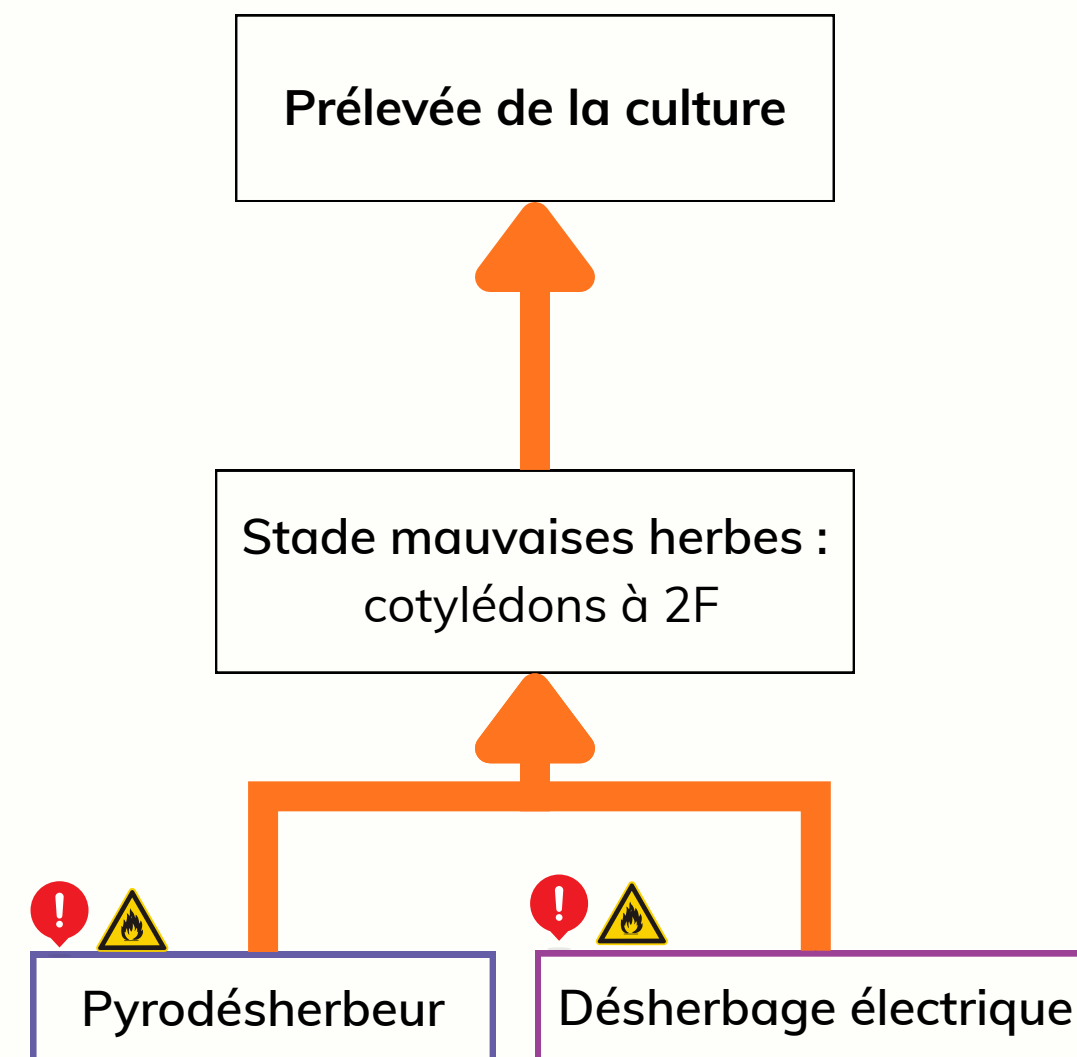
Producteurs :

Suivre les flèches de haut en bas pour arriver aux équipements adéquats selon vos critères de sélection.



Fabricants/fournisseurs :

Suivre les flèches du bas vers le haut pour voir dans quels contextes les équipements peuvent être utilisés.

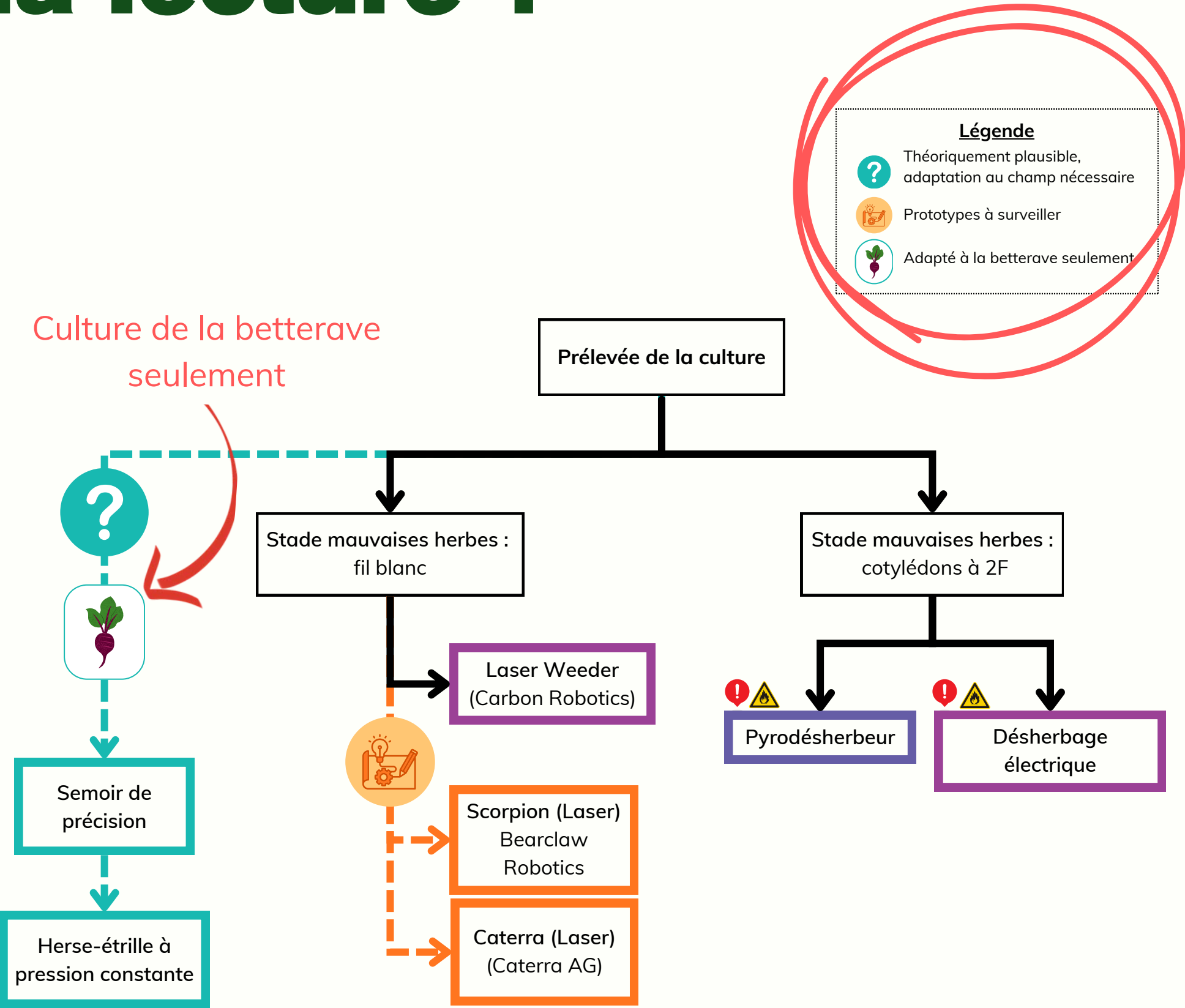


Comment en faire la lecture ?

- ➔ Équipements commercialement disponibles.
- ▢ Nouvelles technologies
- ▢ Équipements « conventionnels »

- ➔ ? Équipements ou stratégies qui, théoriquement, pourraient fonctionner, mais qui demandent à être essayés et adaptés au champs.

- ➔ Prototypes en phase de développement ou d'essai.



Comment en faire la lecture ?

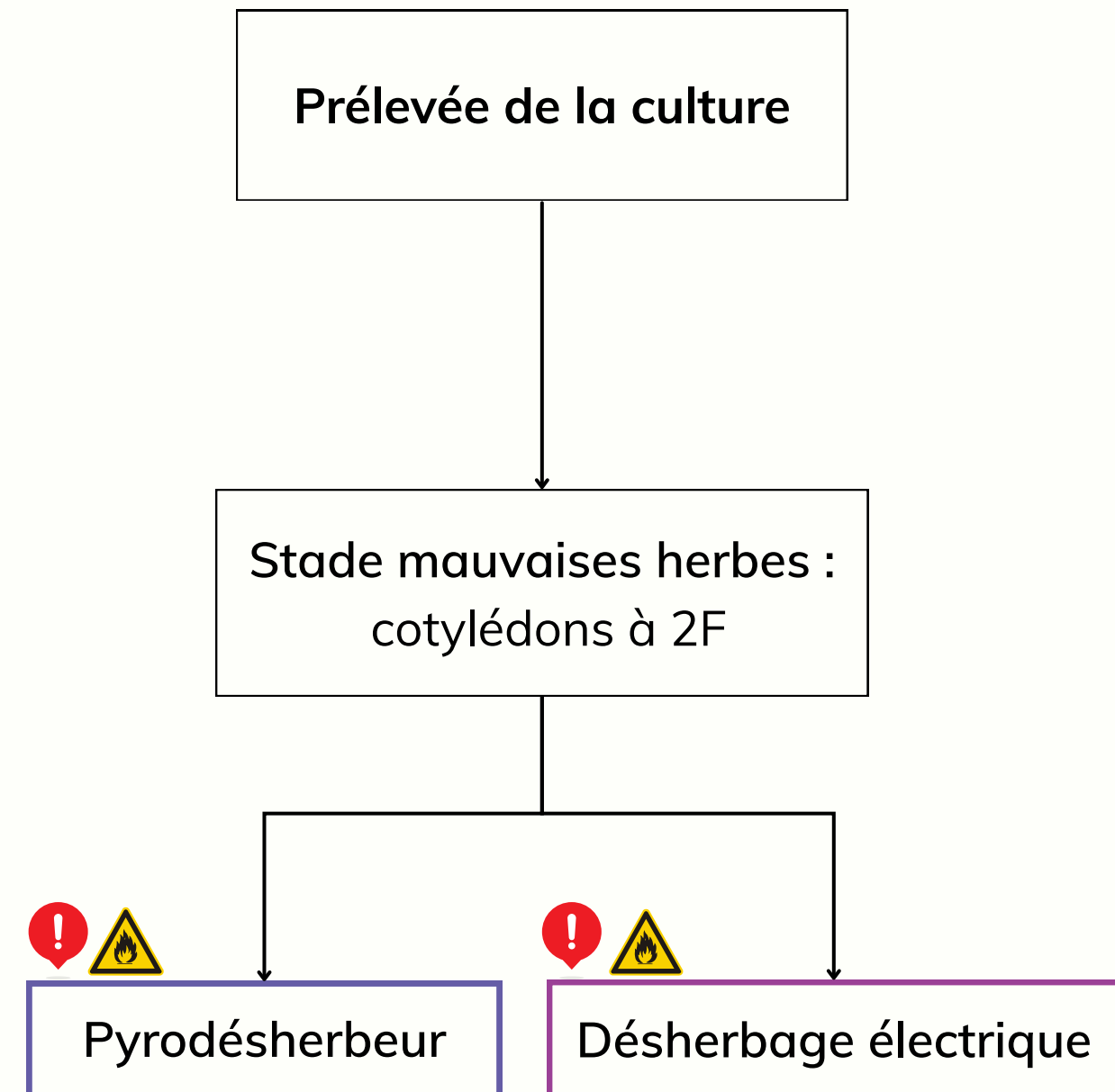
Limites d'utilisation



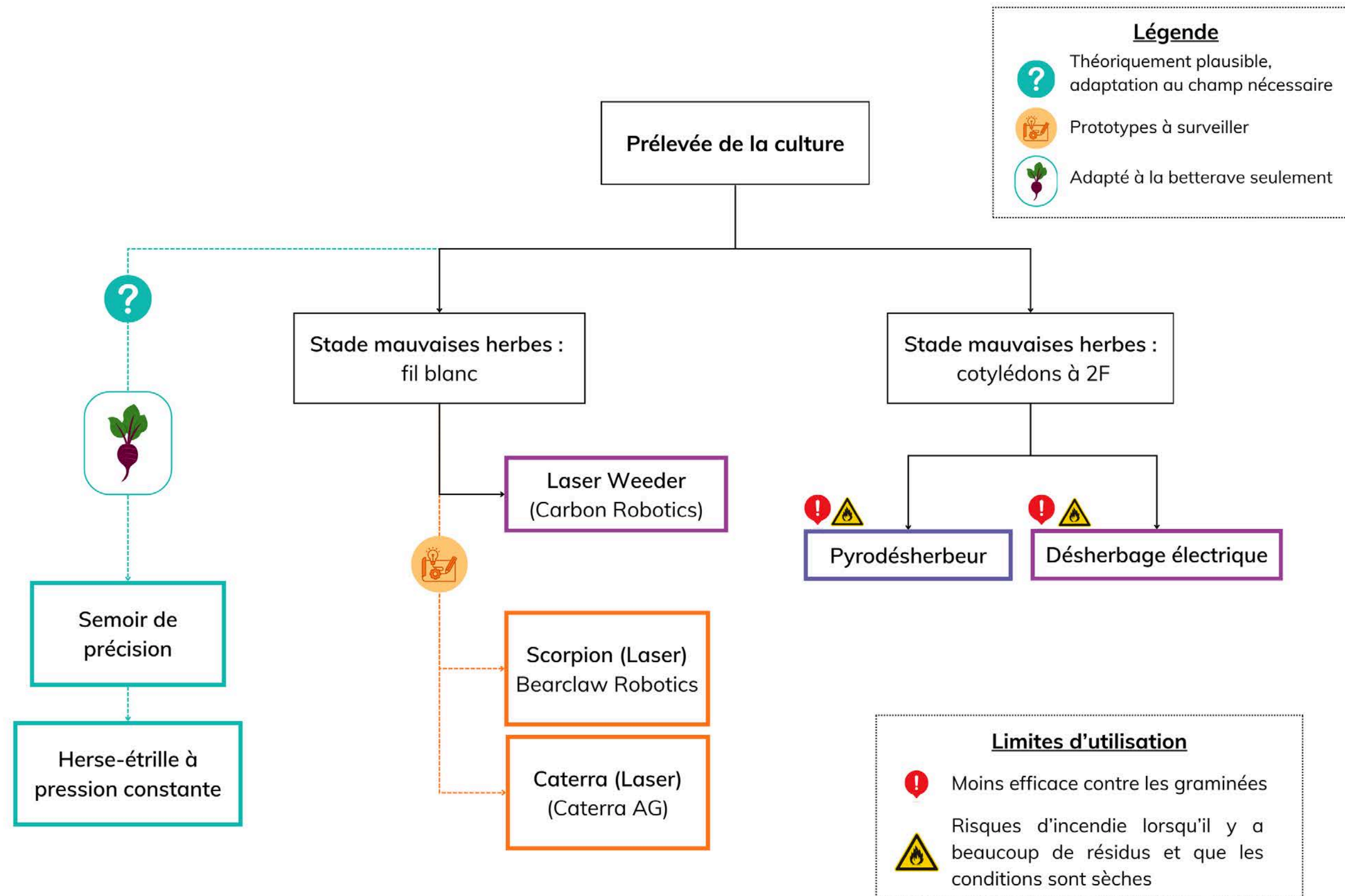
Moins efficace contre les graminées



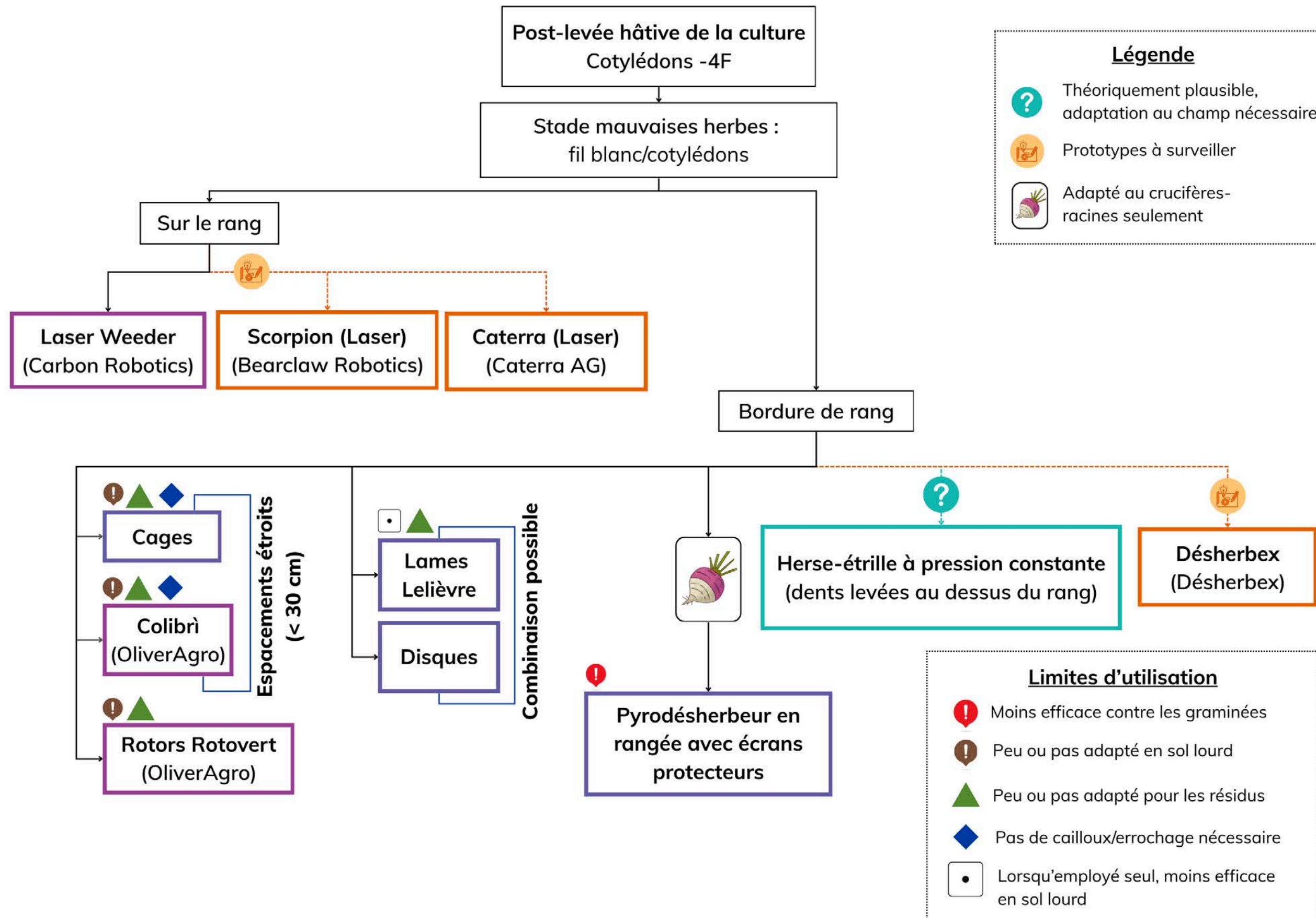
Risques d'incendie lorsqu'il y a beaucoup de résidus et que les conditions sont sèches



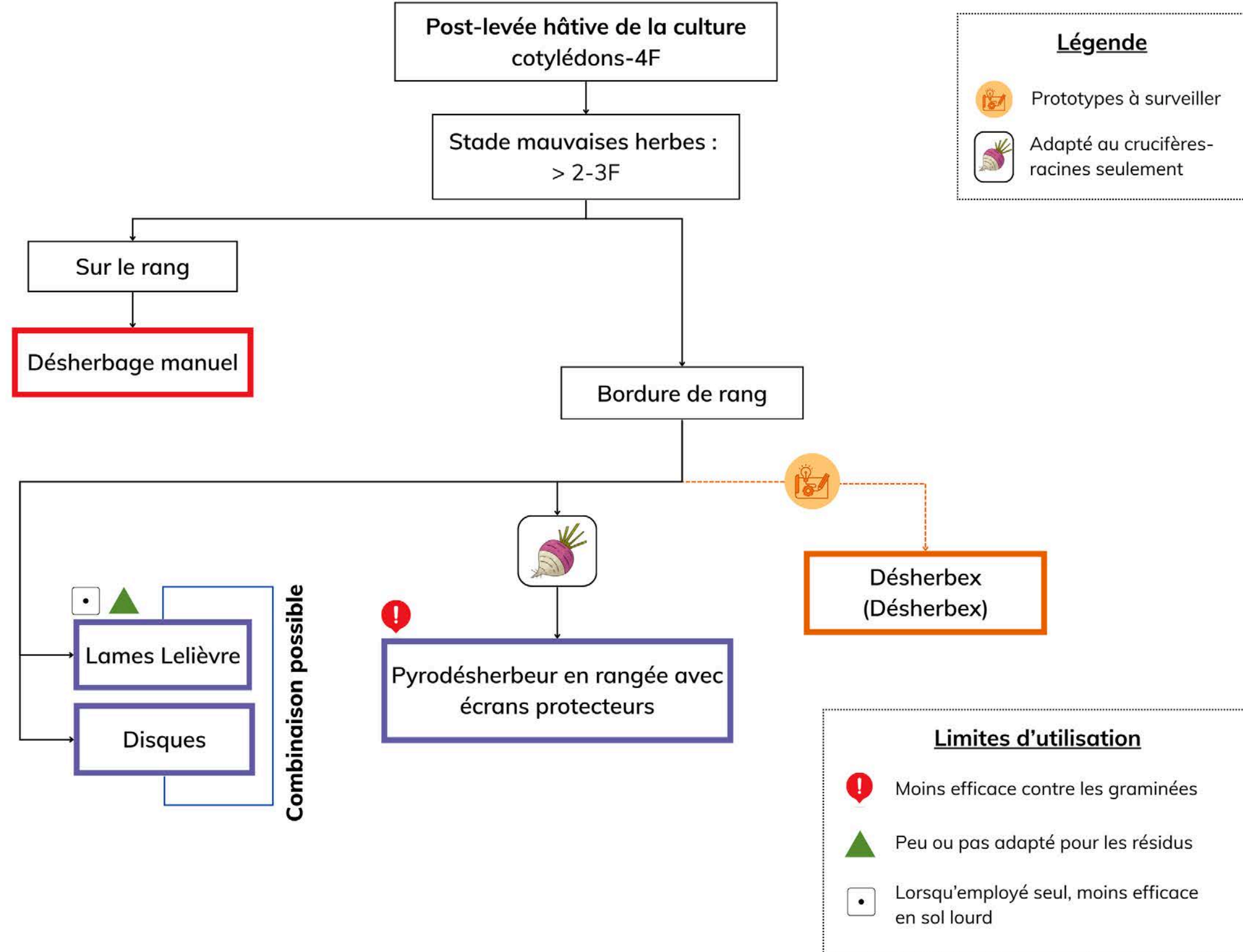
ARBRE 1 - Prélèvement de la culture, mauvaises herbes au stade fil blanc à 2 feuilles



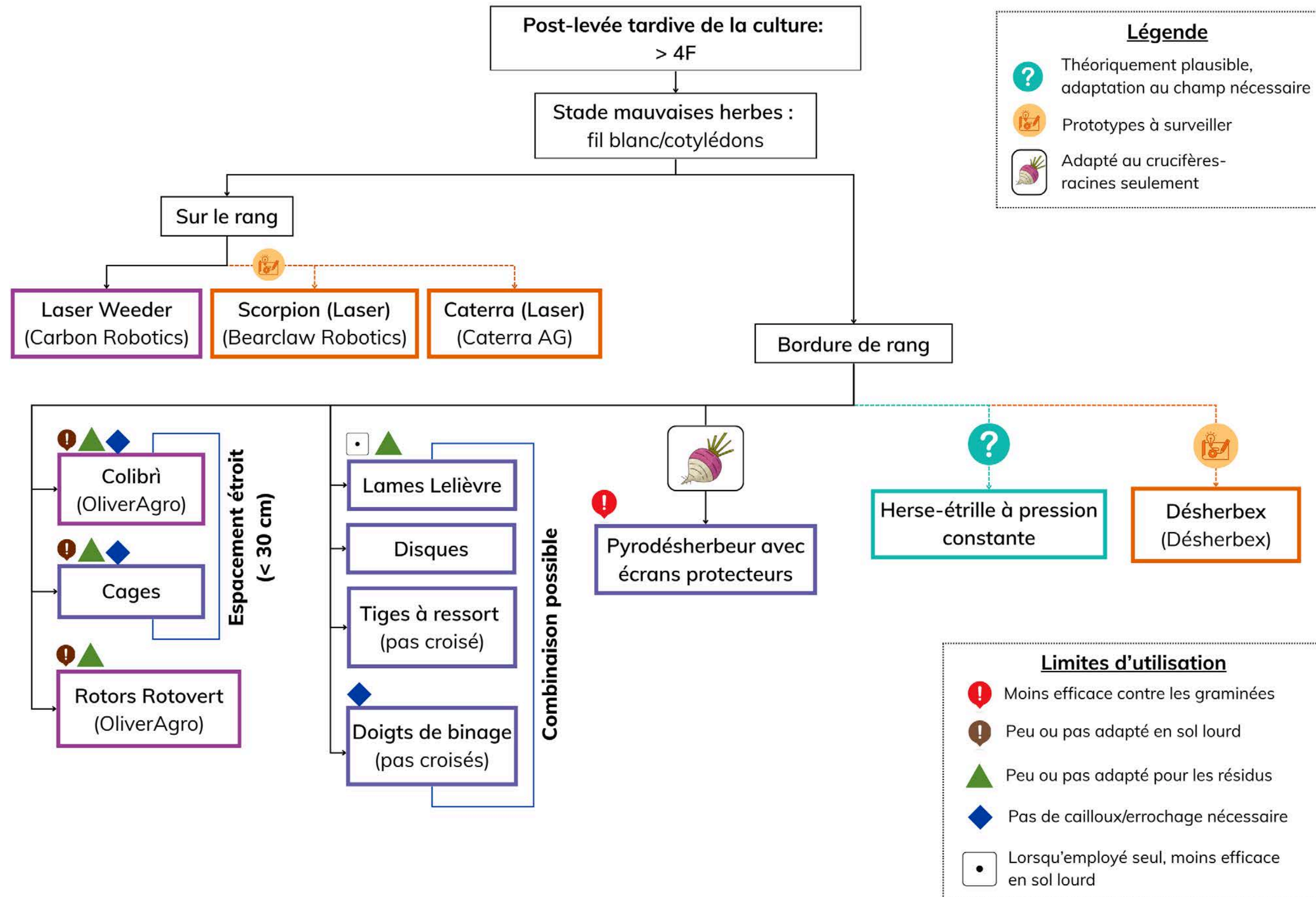
ARBRE 2 - Post-levée hâtive de la culture (cotylédons à 4 feuilles), mauvaises herbes au stade fil blanc à 2 feuilles



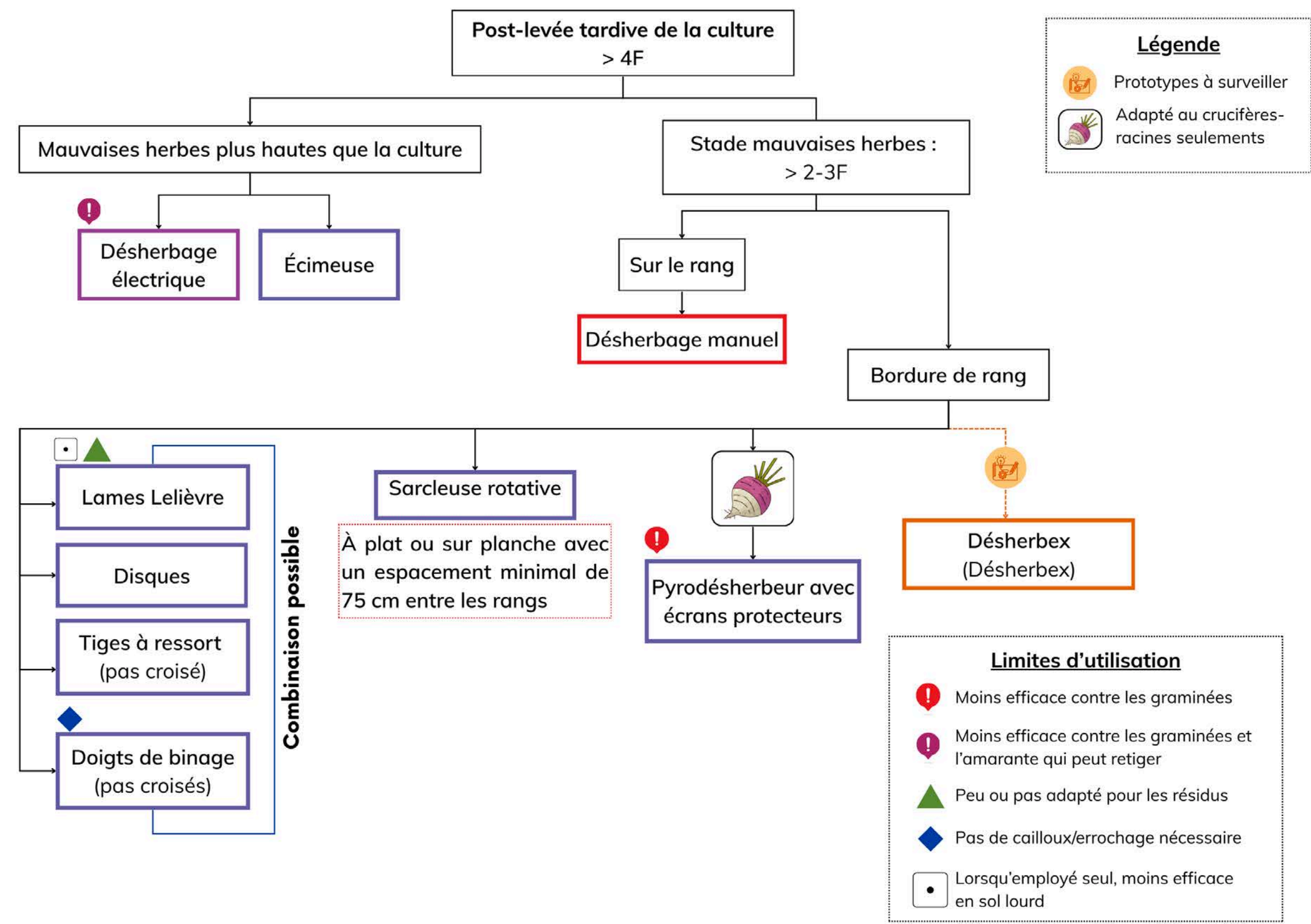
ARBRE 3 - Post-levée hâtive de la culture (cotylédons à 4 feuilles), mauvaises herbes au stade > 2-3 feuilles



ARBRE 4 - Post-levée tardive de la culture (> 4 feuilles), mauvaises herbes au stade fil blanc à cotylédons



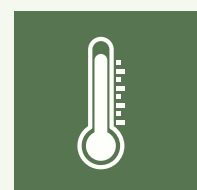
ARBRE 5 - Post-levée tardive de la culture (> 4 feuilles), mauvaises herbes au stade > 3-4 feuilles ou la mauvaise herbe est plus haute de la culture



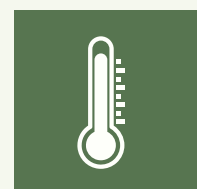
9 fiches techniques



Divisées par technologie



LaserWeeder



Pyrodésherbeur



Désherbage électrique



Colibri



Rotor Rotovert



Herse-étrille à
pression constante



Sarcleur
rotatif



Sarcleur de
précision



Composantes



Outils



Systèmes de guidage



Exemples



Prototypes à
surveiller

Contenu

- Données agronomiques (résumé de l'arbre)
- Description de l'équipement
- Fonctionnement de la technologie
- Données pratiques (vitesse, profondeur...)
- Avantages/désavantages de la technologie
- Photos et exemples

FICHE NO. 1 : LaserWeeder

- Technologie qui intéresse beaucoup les producteurs de légumes-racines
- Actuellement, seule option de désherbage sur le rang autre que le désherbage chimique ou manuel en post-levée de la culture !

MAIS...

- Dispendieux (aucun support financier)
- Équipement lourd (4 tonnes)
- Fenêtre d'utilisation courte

\$ ~ 1.5 millions \$US +
abonnement annuel ~
45 000 \$US (2025)

Passage -
sur le rang

Stade de la culture -
prélevée et postlevée

Stade MH -
stade fil blanc

Type de sol -
léger à lourd

Pratiques culturales -
billon, butte, à plat, planche

Espacement entre les rangs -
ajustable

Adapté aux sols rocailleux

Non-adapté aux sols
avec résidus de culture

Adapté aux sols croûtés

FICHE NO. 1 - LaserWeeder (Carbon Robotics)

Désherbage de précision au laser : les mauvaises herbes sont détectées par caméras, identifiées par un programme d'intelligence artificielle et éliminées par un rayon laser.

L'équipement

- Attelé aux 3 points (CAT 3)
- PTO frontal pour la génératrice
- Puissance minimale du PTO : 90 hp
- Puissance minimale du tracteur : 175 hp



Technologies

- 30 lasers de 150W au diode
- 42 caméras HD
- 9 barres de lumières LED HI
- I-Pad dans la cabine du tracteur pour l'opérateur.
- Programme d'IA de reconnaissance des mauvaises herbes

Débit de chantier : 0,20-0,61 ha/h

Vitesse : 0,5-3,5 km/h

Nombre de passage : 1-3

Autre fonction : Éclaircissement du rang de culture



Question de «Timing»

Le logiciel d'IA est conçu pour détecter les mauvaises herbes alors qu'elles sont pratiquement indétectables à l'oeil nu. Il ne faut donc pas attendre leur émergence pour désherber, car la vitesse de travail diminue considérablement le cas échéant.

Avantages

- Ne perturbe pas le sol et ne remonte aucune semence à la surface
- Désherbe sur le rang
- Détecte les mauvaises herbes à un stade très précoce (avant la levée)
- Réduction de la main d'oeuvre pour le désherbage manuel
- Utilisation 24/7 possible
- Aucun dommage sur la culture

Désavantages

- Fenêtre d'utilisation courte
- Équipement lourd : risque de compaction et entrée au champ difficile, voire impossible lors de printemps pluvieux
- Besoin de main d'oeuvre spécialisée pour la réparation de l'équipement
- Vitesse de travail lente

FICHE NO. 2 : Colibrì

\$ 100 000-175 000 \$
(2025)

Passage -
près du rang

Stade de la culture -
postlevée

Stade MH -
stade fil blanc a cotylédons

Type de sol -
léger à loam

Pratiques culturales -
butte, à plat, planche

Espacement entre les rangs -
4,5 - 35 cm

Non-adapté aux sols
rocailleux

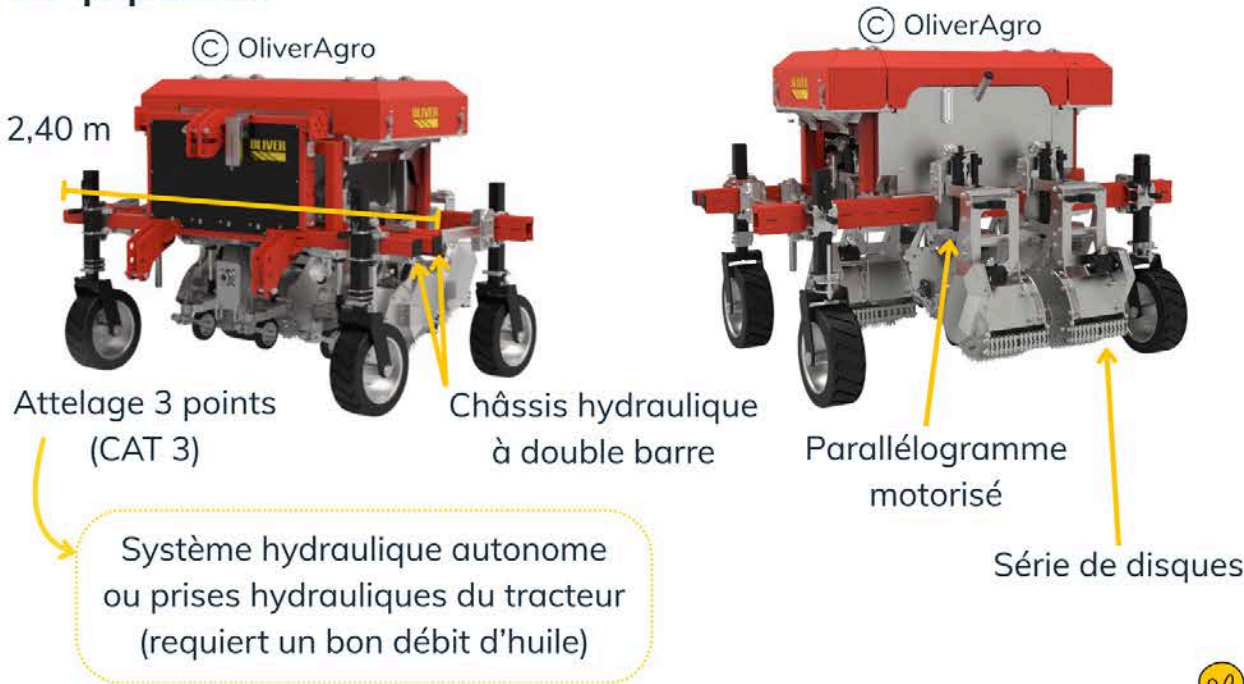
Non-adapté aux sols
avec résidus de culture

Adapté aux sols croûtés

FICHE NO. 2 - Colibrì (OliverAgro)

Sarclage effectué par la rotation motorisée d'un ensemble de disques verticaux et dentés en acier qui arrachent les mauvaises herbes sans perturber la cultures

L'équipement

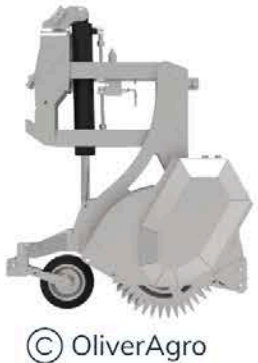


Profondeur : 2,5-3 cm (+/- 3 mm)
Vitesse : 2,5 km/h
2-4 buttes/passage ou
1 planche/passage
Sarclage à 2 cm du rang

Technologies

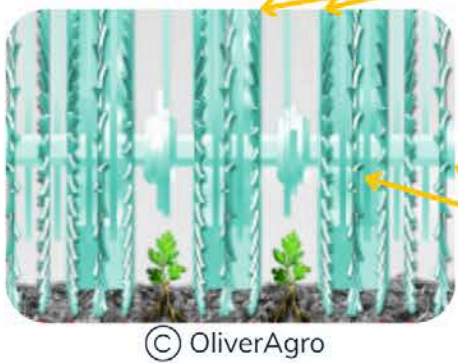
Parallélogramme motorisé

- Déplacement en hauteur par un piston hydraulique
- Système automatique de maintien de la profondeur
- Vitesse des disques = 1,5X la vitesse d'avancement



Disques

- 320 mm de diamètre
- 3 mm d'épaisseur
- Système de nettoyage pour chaque série de disques
- 2 types de dents



Dents droites ou inclinées en sens opposé à la culture - projettent la terre en sens opposé et protège la culture

Dents inclinées en dent de scie - déchaussent les mauvaises herbes et élargient le rayon d'action du désherbage.



Équipement sur mesure

Il s'agit d'un équipement conçu sur mesure. La disposition des parallélogrammes et la configuration des groupes de disques varient selon les pratiques culturales. Le modèle ci-haut a été conçu pour un champ de carottes sur buttes de 3 rangs à 4,5 cm d'espacement.

- Technologie conçue pour la culture de la carotte
- Aucun équipement vendu au Québec.

Système de guidage

- Système automatique d'alignement et de reconnaissance des plantes de la compagnie Tillett & Hague



Basilic

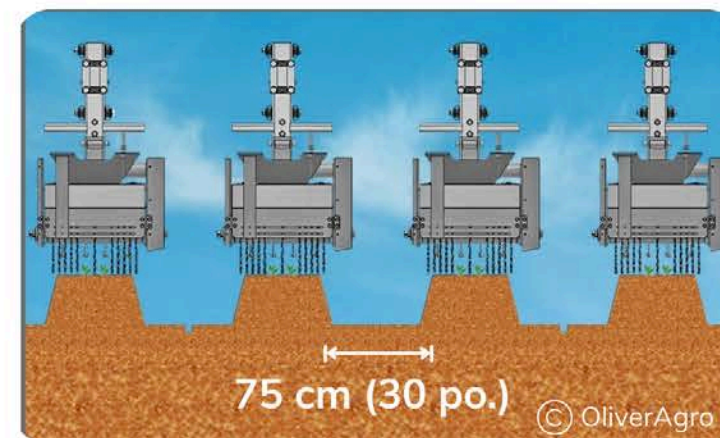


Carotte

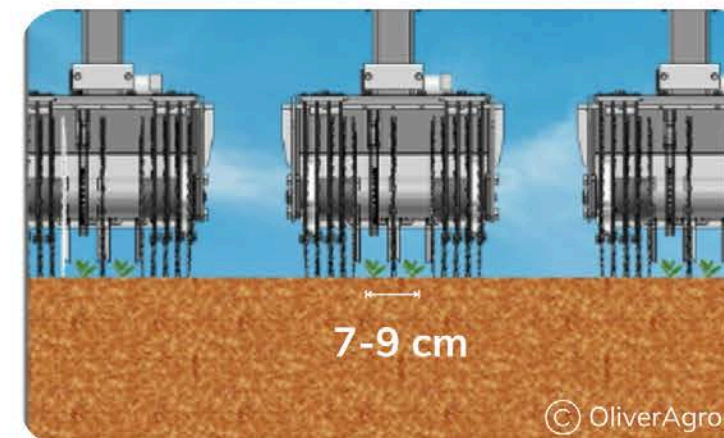


Pousses

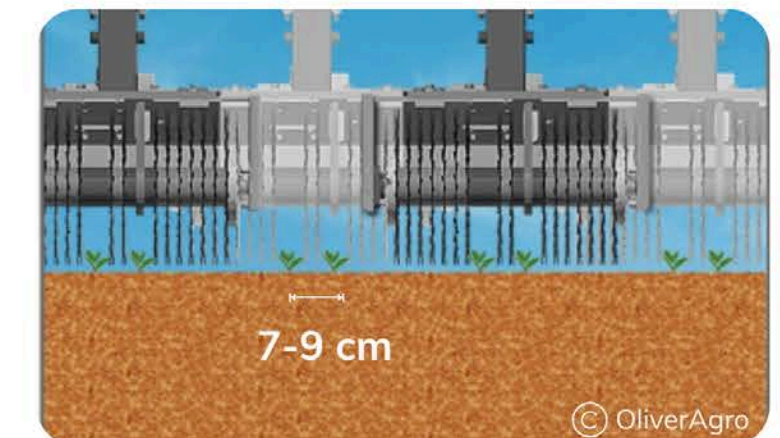
Exemples de différentes configurations



Carottes, 4 buttes, double rangée à 7 cm d'espacement



Carottes, planche, 3 doubles rangées, espacement de 7-9 cm



Carottes, planche, 4 doubles rangées, espacement de 7-9 cm

Avantages

- Permet de désherber en entre-rangs très étroits (rangs multiples)
- Travail très près des rangs dès la levée
- Réduction de la main d'oeuvre pour le désherbage manuel

Désavantages

- Possibilité d'utilisation limitée (sol léger, sans roche, sans résidu)
- Vitesse de travail lente
- Pas adapté au sol lourd
- Demande une adaption : l'outil n'a jamais été utilisé au Québec

FICHE NO. 8 :

Sarcleur de précision

- Outils mécaniques
spécifiquement adaptés aux
cultures de légumes-racines

\$ Variable selon les
modèles

Passage -
entre-rang

Stade de la culture -
postlevée

Stade MH -
dépend des outils de sarclage

Type de sol -
léger à lourd*

Pratiques culturales -
butte, à plat, planche

Espacement entre les rangs -
8-150 cm*

*Selon le modèle de sarcleur et
la combinaison d'outils

FICHE NO. 8 - Sarcleurs de précision

Les sarcleurs de précision permettent de désherber près du rang et entre les rangs, selon le choix et la disposition des outils de sarclage. Les mauvaises herbes sont arrachées, coupées et/ou enterrées. La précision, la vitesse et la profondeur du désherbage, ainsi que le stade de croissance de la culture et l'efficacité sur les mauvaises herbes dépendent du choix des outils de sarclage. Ce qui permet de distinguer un sarcleur standard d'un sarcleur de précision est le système de guidage permettant de s'approcher à quelques centimètres du rang.



1

Composantes d'un sarcleur

2

Les outils de sarclage

3

Les systèmes de guidage

4

Quelques modèles

FICHE NO. 9 :

Prototypes à surveiller

- Technologie ayant un potentiel intéressant pour la production de légumes-racines

FICHE NO. 9 - Prototypes à surveiller

eWeeding (RootWave + Garford)



Collaboration des deux entreprises pour le développement et la commercialisation d'un nouveau produit intégrant le désherbage électrique à un porte-outils de précision autoguidé par caméra.



Garford

- Système de guidage Robocrop Vision
- Châssis hydraulique compacte

RootWave

- Courant alternatif haute fréquence
- ✦ Plus sécuritaire pour l'utilisateur qu'un équipement employant un courant continu.



Dés herbex



Dés herbex de précision effectué par des bras robotiques indépendants et amovibles installés sur un châssis de type porte-outils. Différents embouts sont disponibles selon le type de mauvaises herbes à éliminer. L'équipement est guidé par intelligence artificielle. Il est modulaire et facilement réparable par le producteur.



- Il a été testé dans la carotte
- Essais dans la betterave en 2026
- Intérêt à développer leur technologie pour diverses cultures maraîchères, dont les légumes-racines
- À l'écoute des besoins des producteurs

Scorpion

(Bearclaw Robotics)



Entreprise offrant plusieurs équipements de désherbage de technologies différentes : sarcleur mécanique de précision, pulvérisateur de précision et désherbage au laser. L'outil mécanique est davantage adapté aux cultures avec espacements entre les plants (ex. : laitue), mais la technologie au laser sera intéressante pour les producteurs de légumes-racines. Le premier prototype du Scorpion (désherbeur au laser) sera lancé en 2026. Leur objectif des prochaines années est d'offrir des équipements multifonction combinant les différentes technologies.

Bearclaw Robotics



Product Lineup

Spearman

Intelligent Mechanical Weeding

Archer

Intelligent Precision Spraying

Scorpion

Intelligent Laser Weeding

Custom

Custom Robotic Solutions

Grasshopper

(Caterpillar AG.)



Robot électrique complètement autonome conçu pour les cultures en rang et employant une technologie de désherbage au laser de précision guidée par intelligence artificielle. L'équipement a été conçu léger (300 kg) pour permettre une entrée au champ plus rapide au printemps ou à la suite d'un épisode de pluie.



● Il a été testé dans la carotte

MERCI !

Producteurs/productrices participant.e.s

Conseillers/conseillères participant.e.s.

Fournisseurs/fabricants participants

Denis Giroux, agr. (RLIB)

Comité de suivi



Association des
producteurs maraîchers
du Québec



Avec la participation financière de :



*Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre
du Programme de développement territorial et sectoriel 2023-2026.*