

Avec le soutien financier de

Compte-Rendu
Végétalisation du tramway de la
Communauté Urbaine de Bordeaux

Résultats définitifs – 2011/2013



Directeur technique : Jean-Marc Deogratias

Ingénieur d'expérimentation : Loïc Iffat

Année 2011-2012-2013

SOMMAIRE

1	<u>ACQUIS DE L'ANNEE 2011</u>	2
2	<u>MODALITES ET PLANS D'EXPERIMENTATION</u>	3
2.1	PLANS D'EXPERIMENTATION	4
2.2	LES SUBSTRATS	5
2.3	LES DATES D'INTERVENTION	7
3	<u>RESULTATS <i>SITE DE TAUZIA</i></u>	8
3.1	IRRIGATIONS	8
3.2	EVOLUTION DE LA COULEUR ET DU FLETRISSEMENT	8
3.3	EVOLUTION DU TAUX DE RECOUVREMENT ET FLORAISON EN FONCTION DE LA VEGETALISATION	10
3.4	EVOLUTION DE LA HAUTEUR ET DES TONTES EN BORDURE ET SOUS LE TRAMWAY	11
3.5	FLORE ADVENTICE PRESENTE	12
3.6	OBSERVATIONS SUR L'ENTOMOFAUNE, RAVAGEURS ET MALADIES	13
3.7	PHOTOGRAPHIES ET EVOLUTION	14
4	<u>RESULTATS <i>SITE DE MENDES FRANCE</i></u>	20
4.1	IRRIGATIONS	20
4.2	EVOLUTION DE LA COULEUR ET DU FLETRISSEMENT	20
4.3	EVOLUTION DU TAUX DE RECOUVREMENT ET FLORAISON	23
4.4	EVOLUTION DE LA HAUTEUR ET DES TONTES EN BORDURE ET SOUS LE TRAMWAY	27
4.5	FLORE ADVENTICE PRESENTE SUR LES DIFFERENTES MODALITES	28
4.6	OBSERVATIONS SUR L'ENTOMOFAUNE, RAVAGEURS ET MALADIES	32
4.7	OBSERVATION DES LEVEES DES DICOTYLEDONES SUR LA MODALITE 8	33
4.8	PHOTOGRAPHIES ET EVOLUTION	35
5	<u>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</u>	47

1 Acquis de l'année 2011

L'année 2011 correspond à la première année de mise en place de l'essai sur le site de Mérignac. Elle nous a permis de positionner les différentes modalités testées en plaquage et en semis mais aussi de débiter les suivi sur la parcelle du site de Tauzia implanté en fin d'année 2010. Les différents résultats relevés durant la période de février 2011 (pour le site de Tauzia) jusqu'en Octobre 2011, nous ont amené aux points de réflexion suivants sur:

- Le choix du substrat : on a pu noter qu'un substrat ayant une capacité de rétention plus élevée conduit à une meilleure reprise des végétaux mis en place. De ce fait, les stress hydriques sont moins importants et on note moins de flétrissement pour les plantes (cas du substrat 2)

Substrat 2 ≠ Substrat 1

- + de rétention en eau
- - de flétrissement

Meilleur compromis en 2011

- L'irrigation et la réponse à des diminutions de potentiel hydrique dans le sol, on a constaté qu'il faut appliquer au moins trois arrosages successifs de 10 à 15 mm par plateforme pour retrouver une disponibilité en eau dans le substrat.
- L'origine des prélèvements des matières premières pour la constitution du substrat a joué un rôle primordial dans contamination de ce dernier vis-à-vis des adventices. (ex : *Echinochloa crus-galli*)
- L'utilisation des placages pour lutter contre les adventices a semblé intéressante à condition que ces derniers possèdent une épaisseur suffisante pour limiter la levée des graines (effet paillage).
- Le rôle important du faux semis pour limiter la concurrence des adventices jouent un rôle non négligeable et limitant dans la levée des plantes de semis.
- Le taux de recouvrement faible de la flore spontanée n'a pas permis d'obtenir rapidement une couverture végétale abondante.
- Le choix des taxons est très important car certains d'entre eux ont une capacité à réitérer et retrouvent rapidement une couleur verte après un arrosage ou une pluie.
- La hauteur et le développement excessif de certains taxons a pu gêner très rapidement l'arrosage par les tuyères et le passage des utilisateurs du tramway.

Certains taxons comme les gazons avaient été classés parmi les plantes posant le plus de problèmes de comportement quel que soit le site étudié.

Le *Zoysia* a donné une mauvaise réponse à Tauzia, alors que le *C. dactylon* a très bien réagi avec un bon comportement au piétinement. En outre, compte tenu de sa faible croissance il n'a pas nécessité de tonte.

En 2011, le mélange de fabacées est apparu être une bonne solution de végétalisation du fait de son pouvoir de recouvrement. L'installation des adventices est restée limitée et ces plantes ont favorisé la présence d'une entomofaune variée. Le seul inconvénient fut la sensibilité à l'Oïdium des trèfles.

L'utilisation des mélanges de dicotylédones a permis d'imaginer la diversité végétale des zones du tramway. En effet, ce mélange a pu donner un fleurissement différent et des couleurs variées durant toute l'année. Cependant, les observations effectuées nous ont conduit à penser qu'il n'était pas nécessaire de réaliser un mélange avec 34 taxons différents, d'autant que certaines espèces avaient montrées des difficultés de germination et que, par ailleurs la majorité des plantes ne s'était pas (ou pas encore) développées. Enfin, ces avis intermédiaires sont à valider dans le rapport final ci-dessous.

2 Modalités et plans d'expérimentation

Objectifs : économie d'eau, réduction du nombre de tontes, diversification ornementale, évaluation support de biodiversité

Variabes mesurées (cf annexe 1):

- Présence/absence notation de couleur du système aérien
- Hauteur en centimètre (*ces données permettent de déclencher les tontes*)
- Flétrissement 5 classes de flétrissement
- Recouvrement 9 classes de recouvrement (*en lien avec des pourcentages*)
- Composition florale inventaires floristiques d'adventices (recouvrement et phénologie)
- Phénologie identification des périodes de floraison ou de croissance
- Présence de ravageurs et/ou de maladies annotation sur les problématiques sanitaires
- Relevés d'entomofaune observations
- Etat hydrique du sol et les températures 3 relevés par jour et envoi sur une base de données
- La consommation en eau. relevés en m³

Tableau 1 : Modalités testées et lieux d'implantation

Numéro modalité	Type végétalisation		Présence sur	
			Mérignac	Tauzia
1	Placage	Témoin, gazon phase 2 Tramway CUB	*	*
2		Mélange gazon extensif SFG	*	*
3	Semis	Mélange gazon extensif Topgreen,gram. + microluzerne	*	
4	Placage	<i>Zoysia tenuifolia</i>	*	
5		<i>Zoysia japonica</i>	*	*
6		<i>C. dactylon dactylon</i>	*	*
7	Semis	Semis mélange 4 graminées Orléans	*	
8		Semis mélange dicotylédones Orléans 34 taxons	*	
9		Semis mélange 6 Fabaceae et 3 graminées	*	
10	Colonisation naturelle	Témoin flore spontanée	*	

2.1 Plans d'expérimentation

2.1.1 Site de Tauzia (Bordeaux)

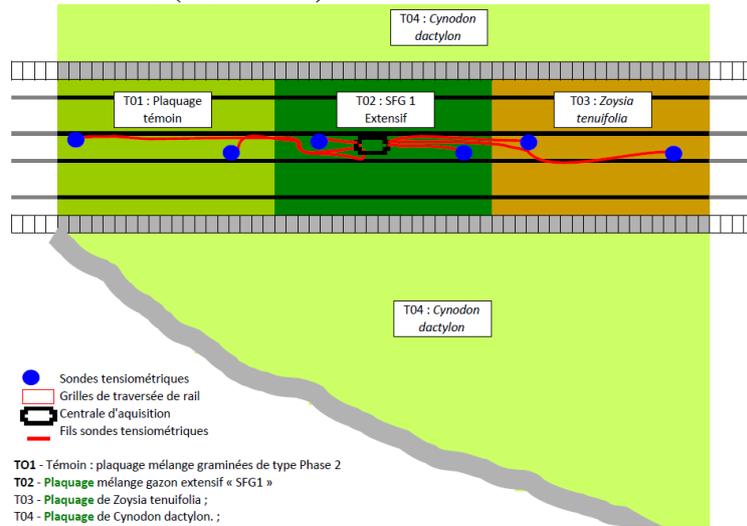


Figure 1 : Plan et légende de la zone d'essai arrêt Tauzia (Bordeaux)

2.1.2 Site de Mendès France (Mérignac)

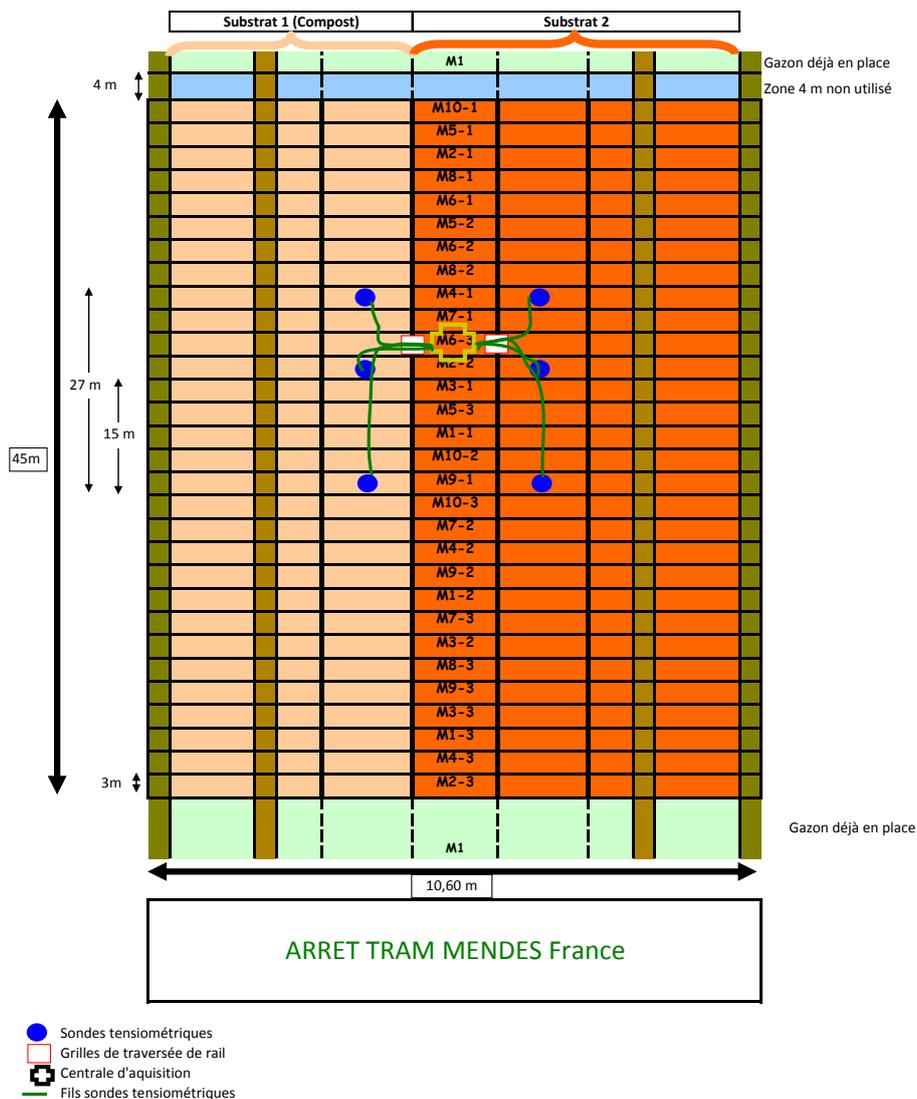


Figure 2 : Plan et légende de la zone d'essai arrêt Mendès France (Mérignac)

2.2 Les substrats

Deux modalités de substrat sont utilisées, différenciées par la présence ou l'absence de compost.

- Substrat (1) : 1/3 de terre alluvionnaire (texture limono-argileuse idéalement), 1/3 de sables (1/6 terre « noire » et 1/6 sable grossier [0,63-2 mm]), 1/3 de compost de déchets verts mûr.
- Substrat (2) : 50% terre alluvionnaire (texture limono-argileuse idéalement), 50% Sables (avec moitié terre « noire » et moitié sable grossier [0,63-2 mm]),

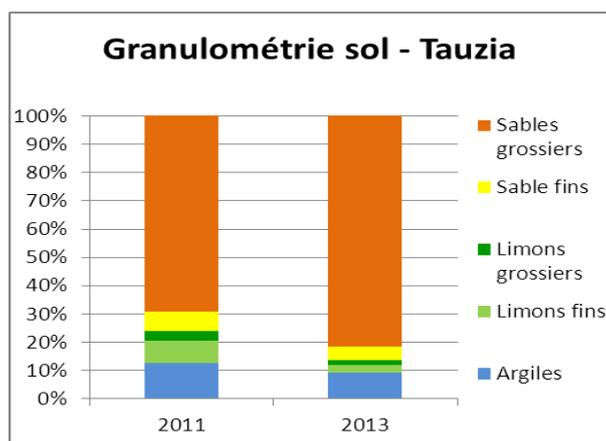


Figure 3 : Granulométrie sol présent sur le site de Tauzia

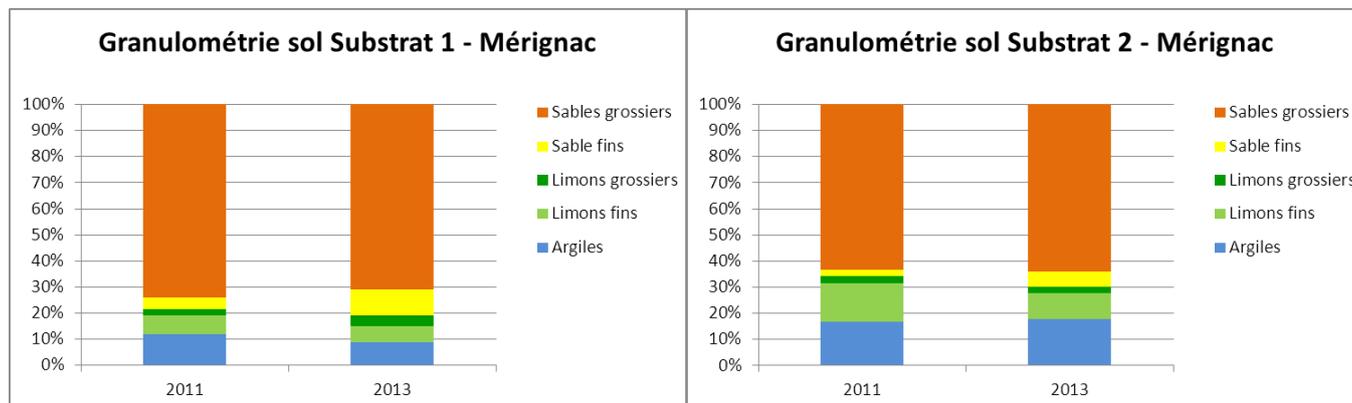


Figure 4 : Granulométrie des substrats présents sur le site de Mérignac. A gauche : substrat 1 & A droite: substrat 2

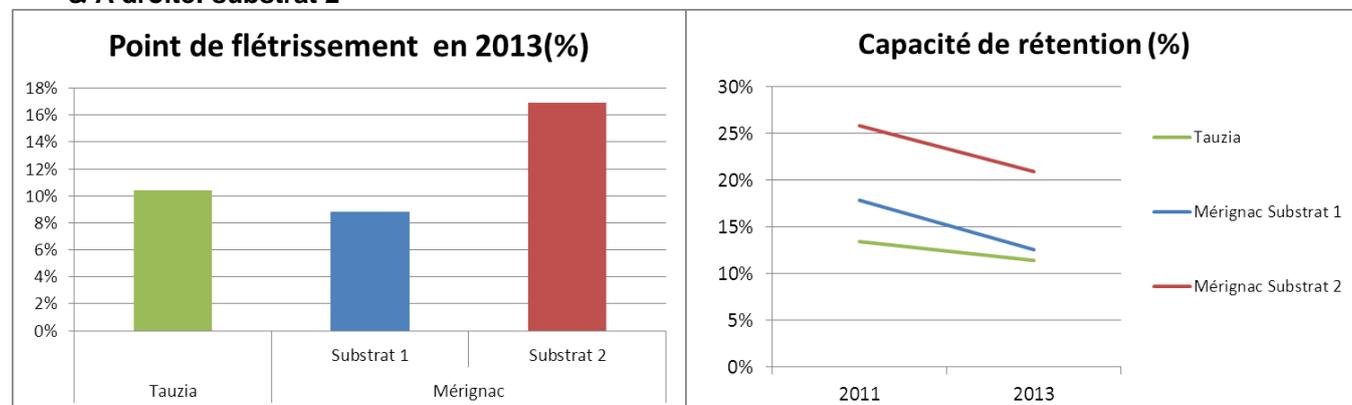


Figure 5 : Etat physique des trois substrats : Point de flétrissement comparé en 2013 et évolution entre 2011 et 2013 de la capacité de rétention en eau des 3 substrats testés.

Les analyses physiques des substrats effectuées en 2011 et 2013 montrent que très peu de changements se sont produits dans le profil granulométrique des substrats (figure 4). On note qu'il subsiste toujours une différence d'environ 10 % pour les taux de sables fins et grossiers avec une quantité d'argiles et de limons plus importante dans le substrat 2. La capacité de rétention de 25,84% obtenue en 2011 passe à 21 % en 2013. Cette légère baisse est aussi observée pour le substrat 1. Tout comme en 2011, les données, montrent que le substrat 2 est toujours plus rétenteur en eau que le substrat 1 (figure 5). Par ailleurs, on remarque que le taux de matière organique est plus important dans le substrat 2 que dans le substrat 1, alors que normalement le substrat-1 est enrichi avec du compost de déchets verts. On peut penser que cette MO plus importante est apportée par les matériaux terre-sable en provenance des landes, confirmation avec le taux de carbone plus élevé pour S2 que pour S1.

Pour ce qui est du substrat utilisé à Tauzia, on constate une légère modification du profil granulométrique. En effet ce dernier montre une diminution des limons et argiles et une augmentation des sables grossiers (figure 3). On a un profil proche du substrat 1 implanté à Mérignac. Le point de flétrissement et la capacité de rétention sont identiques. Quant à la matière organique, on observe une diminution très importante (76g/kg à 37,3 g/kg) ce qui démontre une utilisation de cette dernière par le couvert végétal et un appauvrissement du sol (figure 6).

Un tableau de données complet est présenté en annexe 3.

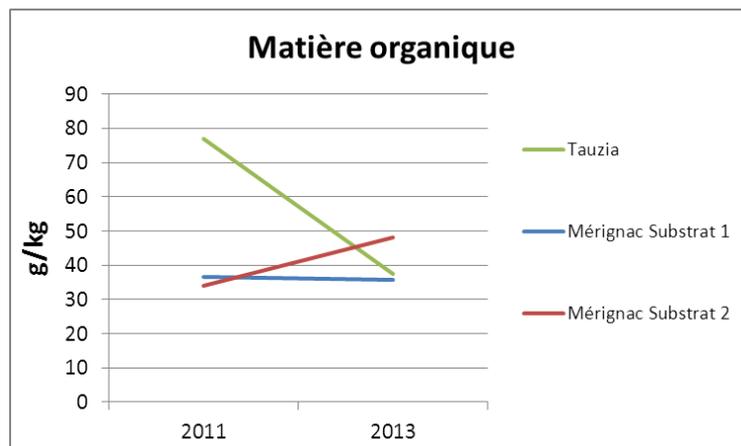


Figure 6 : Etat de la matière organique des trois substrats : évolution entre 2011 et 2013

2.3 Les dates d'intervention

Tableau 2 : Date d'interventions sur les deux sites en 2012 et 2013 (T= Tausia et M= Mérignac)

Période	Date	Nombre de personne	Durée (en j)	Nature des opérations
1er semestre 2012	23/01/2012	2	1,0	Notations
	02/02/2012	2	0,5	Suivi Ø notation
	02/03/2012	2	0,5	Suivi Ø notation
	05/04/2012	2	1,0	Notations + demande de tonte (T)
	24/04/2012	2	0,5	Suivi Ø notation
	24/04/2012	1	1,0	Gestion irrigation
	10/05/2012	2	1,0	Notations + demande de tonte (T+M)
	01/06/2012	2	0,5	Suivi Ø notation
	18/06/2012	2	0,5	Notations
	25/06/2012	2	1,0	Compte-rendu
	27/06/2012	2	0,5	Réunion
SOUS-TOTAL (nb de jour)			15,0	
2eme semestre 2012	04/07/2012	1	0,5	Suivi Ø notation
	17/07/2012	2	1	Notations + demande de tonte (M)
	03/08/2012	1	0,5	Suivi Ø notation
	20/08/2012	1	0,5	Gestion irrigation
	24/08/2012	1	0,5	Suivi Ø notation
	27/08/2012	1	0,5	Gestion irrigation
	31/08/2012	2	1	Notations + demande de tonte (M)
	31/08/2012	1	0,5	Gestion irrigation
	26/09/2012	1	0,5	Suivi Ø notation
	10/10/2012	1	0,5	Saisie des données
	17/10/2012	1	0,5	Saisie des données
	23/10/2012	2	1	Notations
	21/11/2012	1	0,5	Saisie des données
	04/12/2012	1	0,5	Saisie des données
	05/12/2012	1	0,5	Saisie des données
	10/12/2012	2	0,5	Réunion
18/12/2012	2	1	Notations + demande de tonte (M)	
SOUS-TOTAL (nb de jour)			15,0	
1er semestre 2013	24/04/2013	1	0,5	Notations

3 Résultats

3.1 Irrigations

En 2012 les déclenchements des arrosages s'effectuent uniquement après une observation des différentes modalités implantées et non pas à l'aide de tensiomètre comme en 2011

Les arrosages réalisés en 2012 le sont en date du :

- 07/08/2012
- 04/09/2012
- 11/09/2012

Trois arrosages en période estivale ont été effectués, les quantités d'eau apportées à chaque arrosage n'ont pas été quantifiées par Mr Goillot. En effet, il est impossible de mesurer les volumes d'eau utilisés et de confirmer la bonne répartition au vue du dispositif d'arrosage.

3.2 Evolution de la couleur et du flétrissement

Les observations sont effectuées sur les parties apparentes des végétaux mis en place, quel que soit le taux de recouvrement de chaque modalité (et même si ce dernier reste inférieur à 1%)

Les photographies des chapitres 3.7 et 3.8 illustrent l'état et l'évolution de chaque modalité.

Tableau 3 : Evolution des couleurs pour les modalités sur le site de Tauzia

Modalités		14/12/2011	23/01/2012	05/04/2012	10/05/2012	18/06/2012	17/07/2012	31/08/2012	23/10/2012	19/12/2012	24/04/2013
TO1	75% Fétuque élevée, 10% Ray grass anglais, 15% Pâturin des près	VF	VF	V	VF	JM	JV	M	Non présent	V	V
TO2	20% Ray Grass Anglais, 40% Fétuque Ovine, 20% Fétuque Rouge semi- traçante, 20% Fétuque Rouge gazonnante	V	VJ	VJ	V	VJ	VJ	M	V	VF	V
TO3	<i>Zoysia japonica</i>	JM	M Dormance	V	V	VJ	VJ	M	M	M Dormance	V
TO4	<i>C. dactylon dactylon</i>	VJ	M Dormance	VF	VF	V	VJ	JM	V	M Dormance	V

Le tableau 3 présente l'évolution de la couleur dans le temps des différentes végétalisations mises en place à Tauzia (décembre 2011 à avril 2013).

On peut noter que les périodes hivernales conduisent à une entrée en dormance de *Zoysia* spp. et de *C. dactylon* et que les reprises d'activité interviennent au printemps (début avril). Les périodes estivales sont peu propices au maintien dans un bon état végétatif de *Zoysia* spp. alors que le *C. dactylon* a une bonne tenue et donne une couleur d'un vert tout à fait correct.

On notera que les températures élevées durant la période estivale 2012 (août 2012) entraînent un dessèchement de toutes les modalités. La modalité qui reste correcte tout au long de l'expérimentation est la modalité T02, puisque seule la période critique observée pour ce couvert végétal est celle de l'été 2012. Pendant toutes les époques de notation de 2011, la modalité T01 s'est maintenue correctement avec un couvert végétal assez vert jusqu'au printemps 2012. Les périodes plus sèches de juin et août 2012 ont entraîné son dessèchement et l'arrosage de septembre 2012 n'a pas permis aux graminées de reverdir. Le printemps pluvieux de 2013 redonne une vigueur à toutes les modalités.

L'évolution du flétrissement en fonction de la végétalisation est représentée sur la figure 7. On constate que la période estivale et le début de l'automne 2012 ont été propices au flétrissement du *Zoysia japonica* et de façon plus modérée pour le *C. dactylon*. Les flétrissements ont été moins importants pour les modalités des mélanges de graminées.

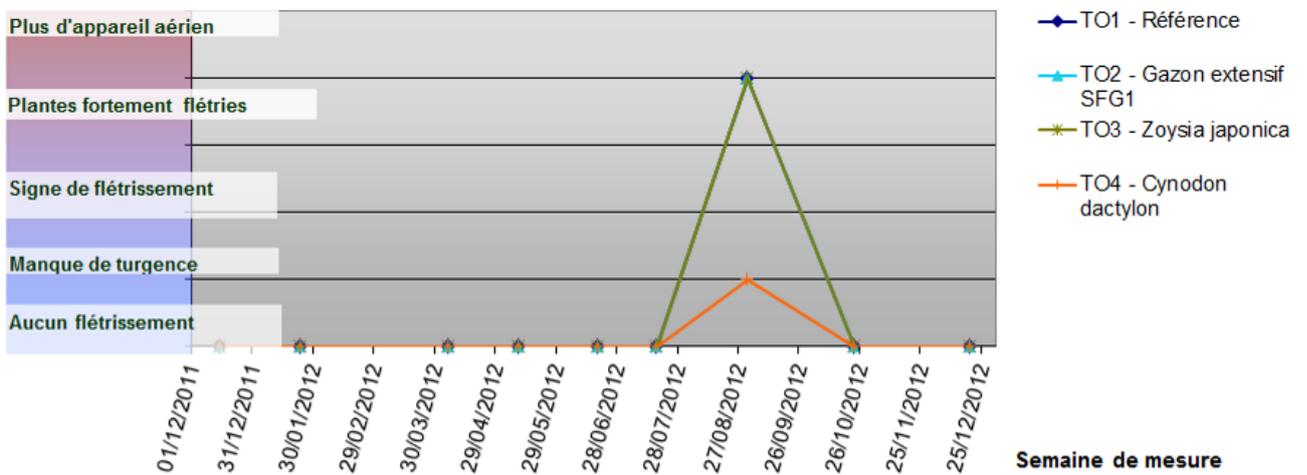


Figure 7 : Evolution du flétrissement en fonction de la végétalisation pour le site de Tauzia

3.3 Evolution du taux de recouvrement et floraison en fonction de la végétalisation

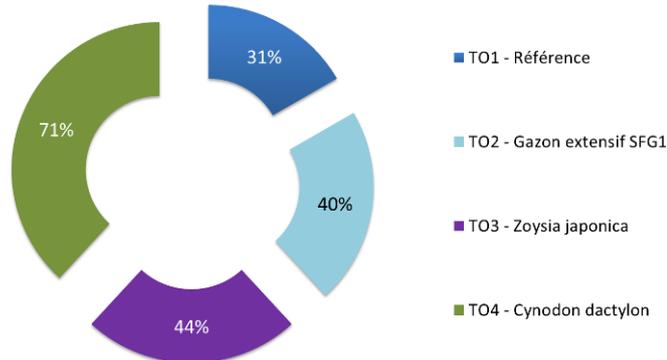


Figure 8 : Evolution du taux moyen de recouvrement en 2012 en fonction de la végétalisation sur le site de Tauzia

Au regard du graphique de la figure 8, on peut noter que le *C. dactylon* répond à une végétalisation qui permet un taux de recouvrement correct tout au long de la phase d'observation de l'année 2012 (71%). Les trois autres modalités ont un taux de recouvrement moyen à assez faible qui varie de 30 à 40%.

En effet, les observations effectuées régulièrement de décembre 2011 à avril 2013 sur chaque modalité permettent de justifier ce taux moyen de recouvrement et de voir que ces taux varient de 50 à 100 % jusqu'au mois d'août 2012 et qu'ensuite ces derniers décroissent et deviennent pratiquement inexistantes sur les modalités avec le mélange de graminées et le *Zoysia* spp. Le *C. dactylon*, en dehors de ses époques de dormance, reste quant à lui toujours présent (cf figure 9)..

Les températures élevées du mois d'août ont entraîné un dessèchement des modalités T01, T02 et T03 et la quasi disparition de ces dernières et ceci malgré le déclenchement de 3 arrosages successifs. La modalité T04, réagit nettement mieux et le *C. dactylon* réitère sa croissance et son verdissement.

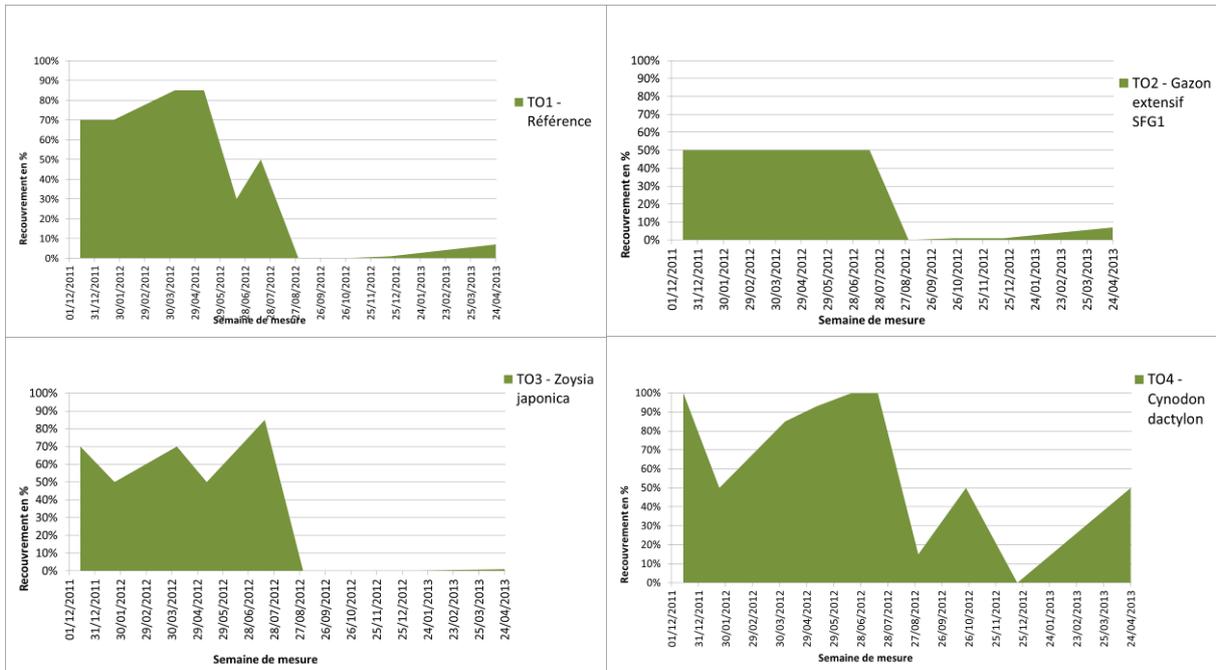


Figure 9 : Evolution du taux de recouvrement par modalité en fonction du temps sur le site de Tauzia

3.4 Evolution de la hauteur et des tontes en bordure et sous le tramway

Les deux seules tontes réalisées durant toute la période d'observation et de notation ont permis simplement de limiter le développement et la croissance des adventices qui sont très nombreuses sur le site (voir paragraphe 3.5). **Les opérations de tonte ne sont déclenchées que pour lutter contre les adventices**, le couvert végétal testé dans chaque modalité ne nécessite pas de tonte. En effet, on peut noter que le *Zoysia* spp. et le *C. dactylon* ont un développement très faible et que leur hauteur n'excède pas 6 cm. Ce sont les modalités avec le mélange de graminées qui ont la croissance la plus importante, mais celle-ci ne dépasse jamais 10 cm. (Figure 10). Les réductions de hauteur correspondent aux périodes de stress hydrique.

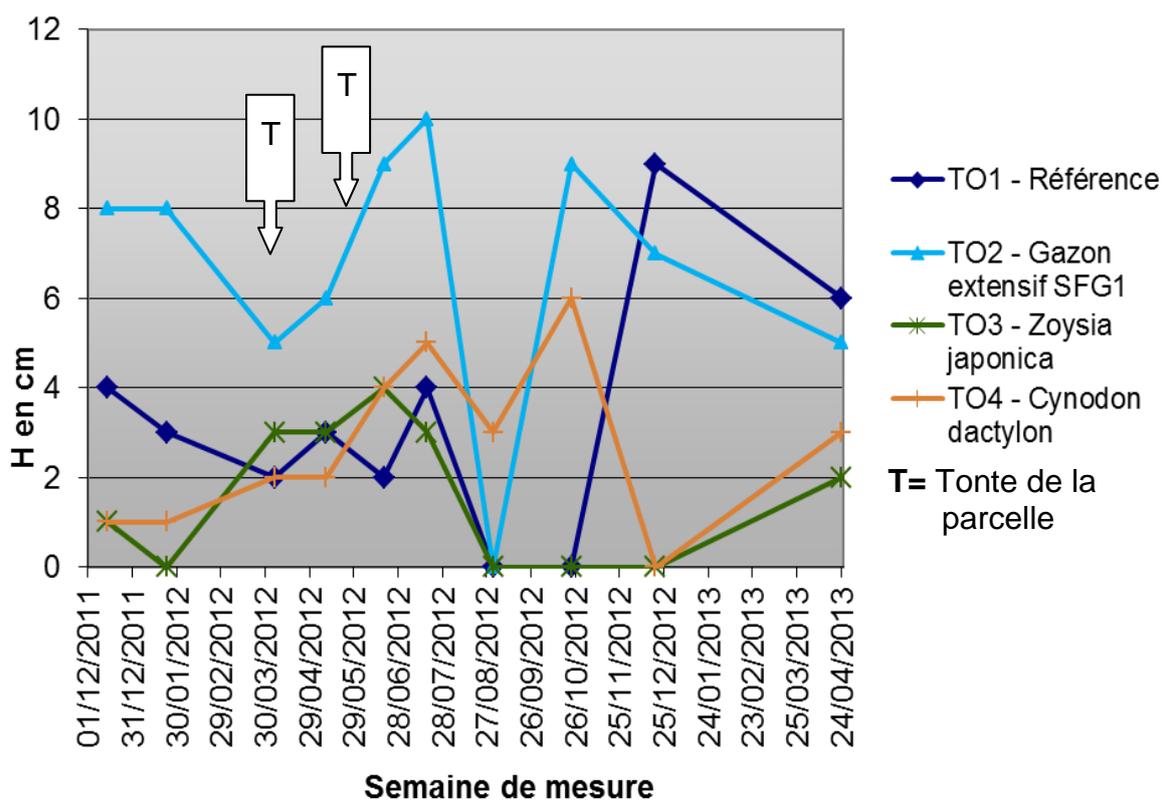


Figure 10 : Evolution de la hauteur en fonction de la végétalisation sur le site de Tauzia

3.5 Flore adventice présente

Les principales adventices qui dominent sur le site et que l'on retrouve sur pratiquement toutes les modalités et principalement sur le T03 et T04 sont le *Poa annua* (Paturin annuel) et *Ranunculus repens* (Renoncule rampante).

Nous pouvons voir sur la figure 11 que les taux de recouvrement les plus importants se situent sur les modalités cultivées avec du *Zoysia* et du *C. dactylon* (60 et 80 %)

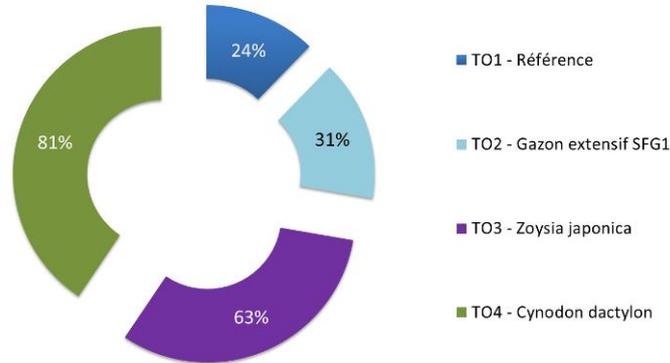


Figure 11 : Evolution du taux moyen de recouvrement des adventices en 2012 en fonction de la végétalisation sur le site de Tauzia

Si on s'attache à regarder ce qui se passe pour chaque modalité. On constate au regard de la figure 11 que les modalités T01 et T02 sont très peu contaminées par les adventices jusqu'à la période estivale de 2012, alors que le recouvrement par les mauvaises herbes est très important sur T03 et T04. Ce recouvrement perdure sur ces dernières modalités tout au long de la période d'observation.

Alors que la pollution par les adventices est restée très faible sur les modalités avec les graminées pendant plus d'un an et demi, celle-ci devient plus sérieuse lorsque le couvert végétal implanté disparaît. En effet, après l'absence de pluviométrie de l'été 2012, les adventices prennent la place de la végétalisation implantée. On relève une occupation d'environ 70% de la flore adventice sur ces modalités (cf figure 12).

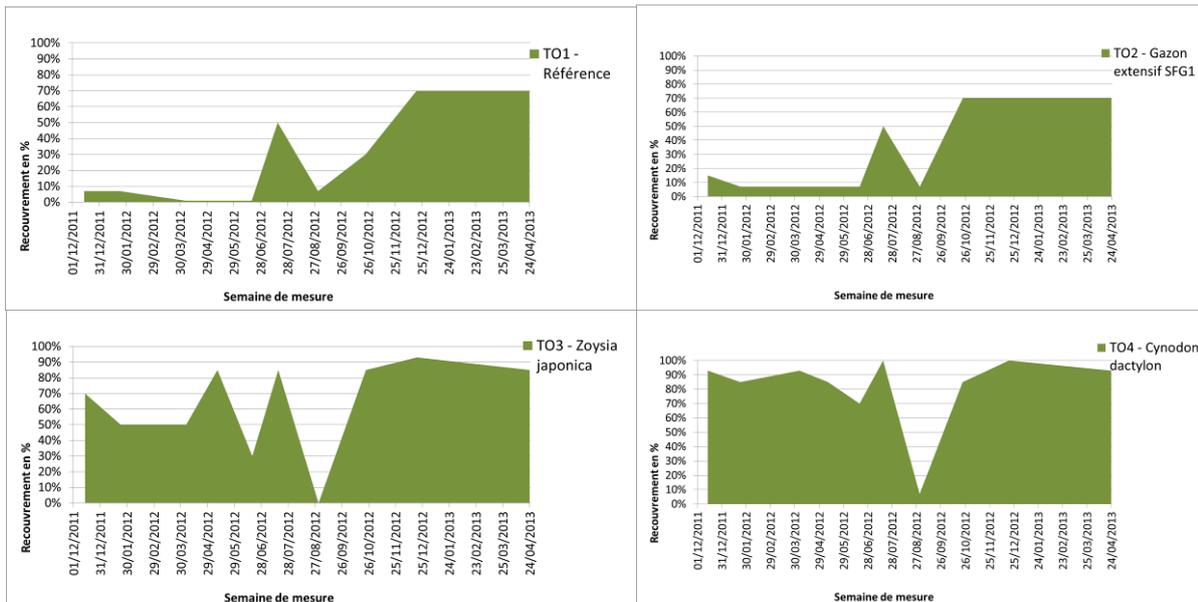


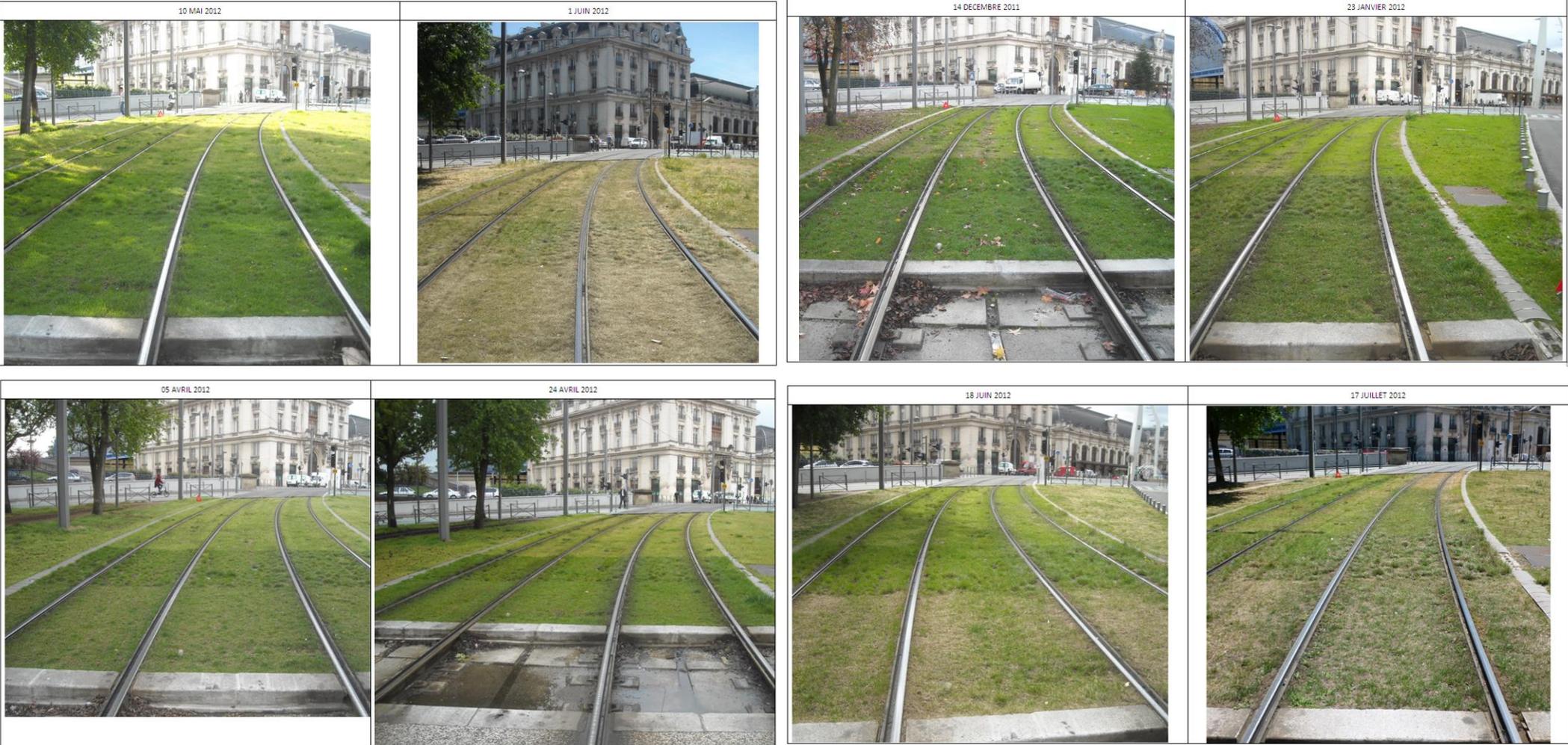
Figure 12 : Evolution du taux de recouvrement des adventices par modalité en fonction du temps sur le site de Tauzia

3.6 Observations sur l'entomofaune, ravageurs et maladies

Aucun ravageur n'est identifié sur le site de Tauzia. Ce site d'expérimentation correspond à un lieu de passage important, car situé près de la gare de Bordeaux. De ce fait cet emplacement et l'état de la végétalisation (manque de floraison, faible hauteur) ne favorisent pas l'installation d'une entomofaune.

3.7 Photographies et évolution

3.7.1 Vue de la plateforme d'essai



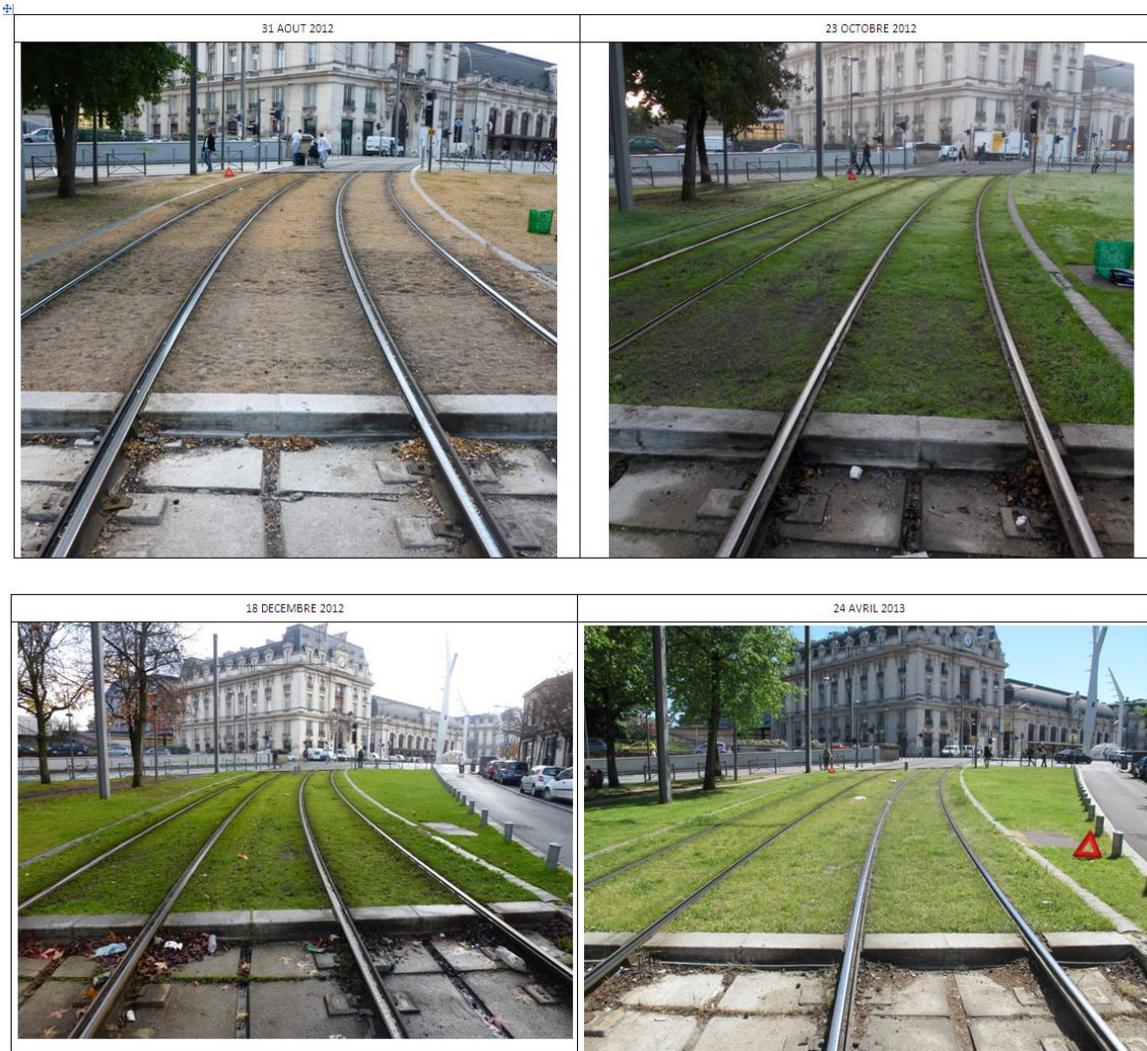


Figure 13 : Vue de la plateforme d'essai durant 8 périodes de 2012-2013 (2 pages)

3.7.2 Modalité 1

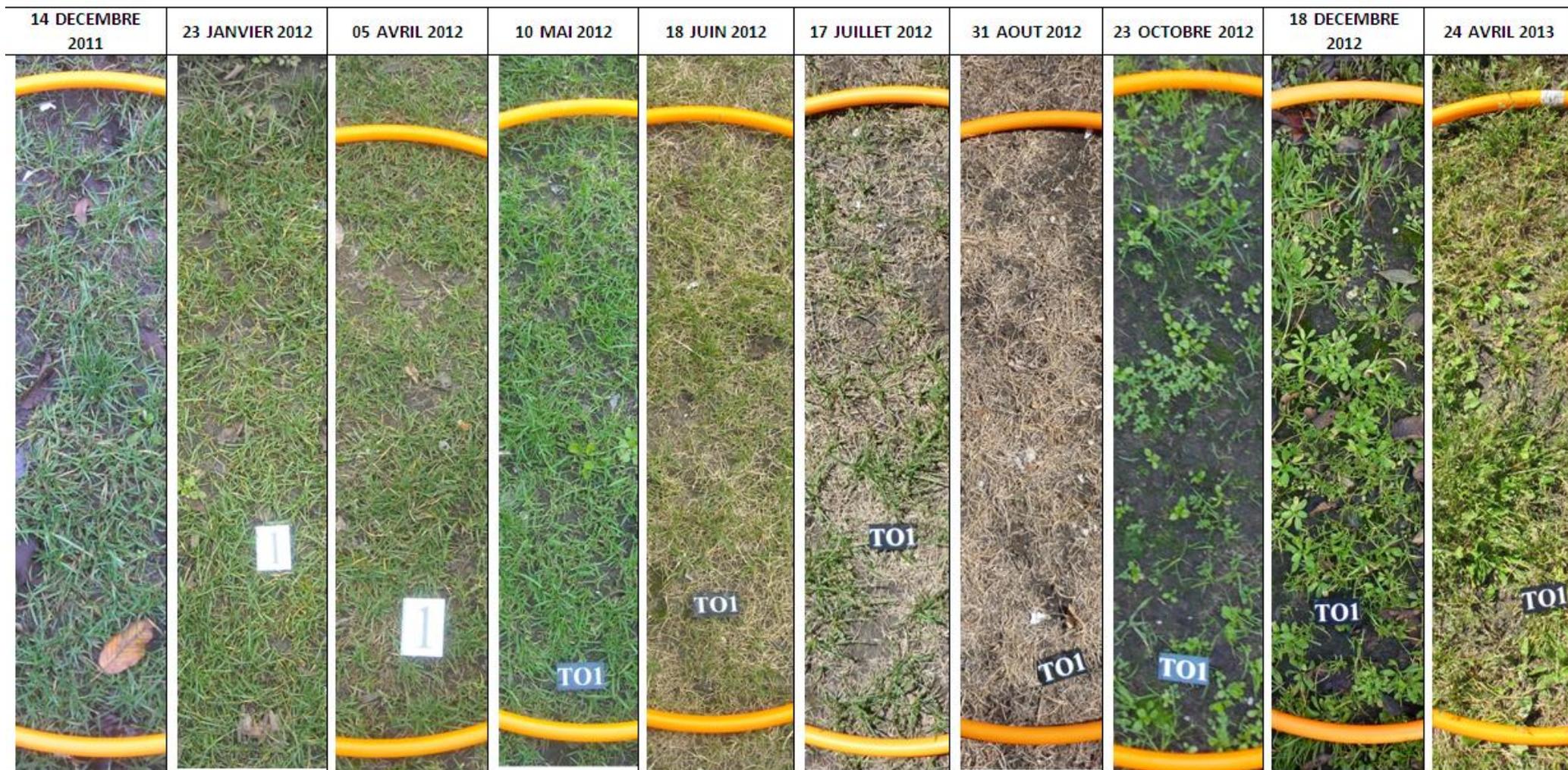


Figure 14 : Evolution de la modalité 1 durant 10 périodes de suivi

3.7.3 Modalité 2



Figure 15 : Evolution de la modalité 2 durant 10 périodes de suivi

3.7.4 Modalité 3



Figure 16: Evolution de la modalité 3 durant 10 périodes de suivi

3.7.5 Modalité 4

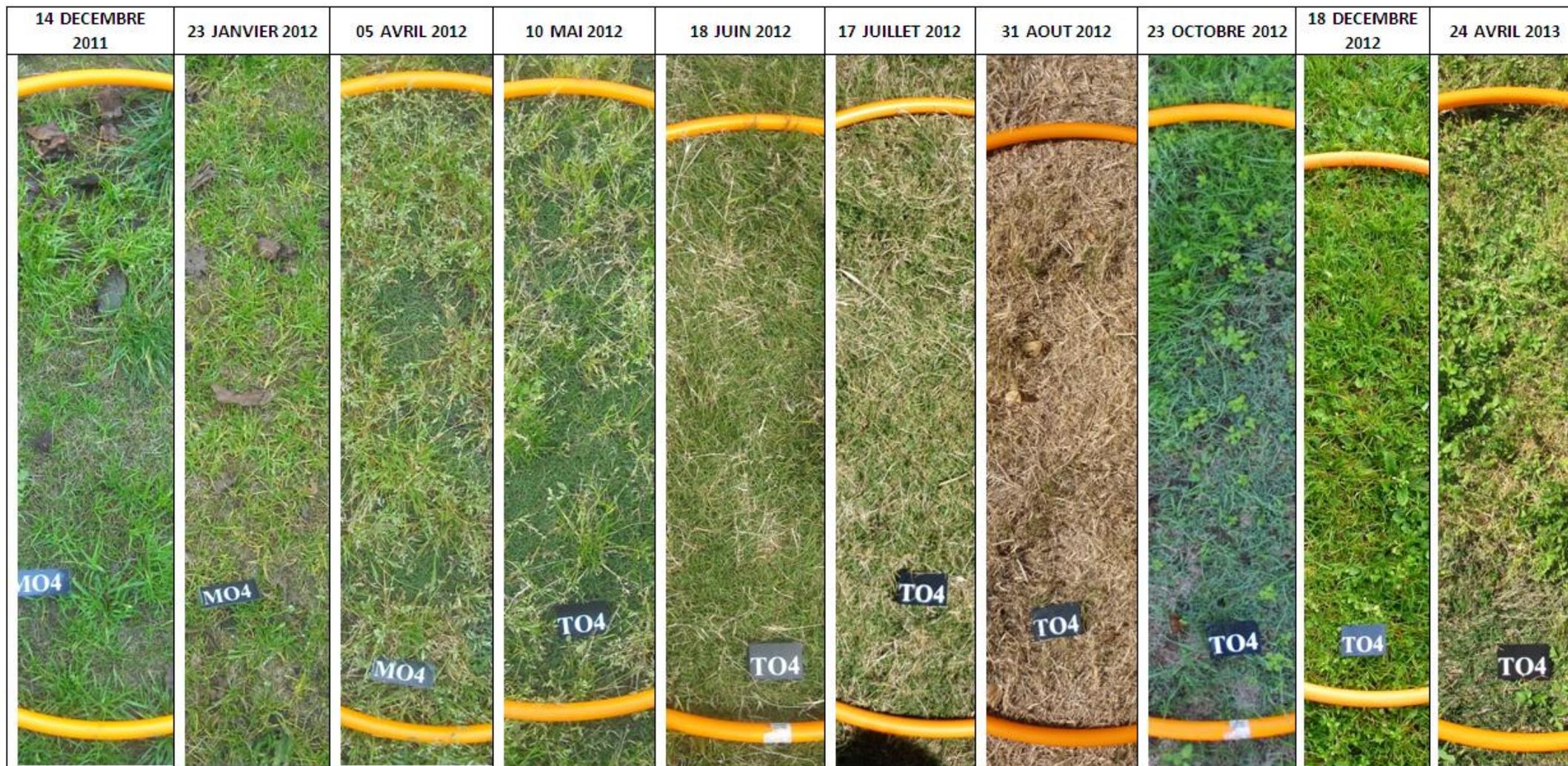


Figure 17 : Evolution de la modalité 4 durant 10 périodes de suivi

4 Résultats

4.1 Irrigations

Tout comme pour le site de Tauzia, les déclenchements des arrosages sur Mendès France s'effectuent uniquement après une observation du comportement des différentes modalités implantées et non pas à l'aide de tensiomètre comme en 2011.

Les arrosages réalisés en 2012 sont représentés sur la figure 18.

Cinq épisodes d'arrosage ont eu lieu sur la saison 2012, pour une quantité totale d'eau apportée de 126 mm. Pour chaque épisode d'arrosage ou presque, l'apport a été fractionné et sur plusieurs jours successifs, à raison de 9 à 15 mm par jour.

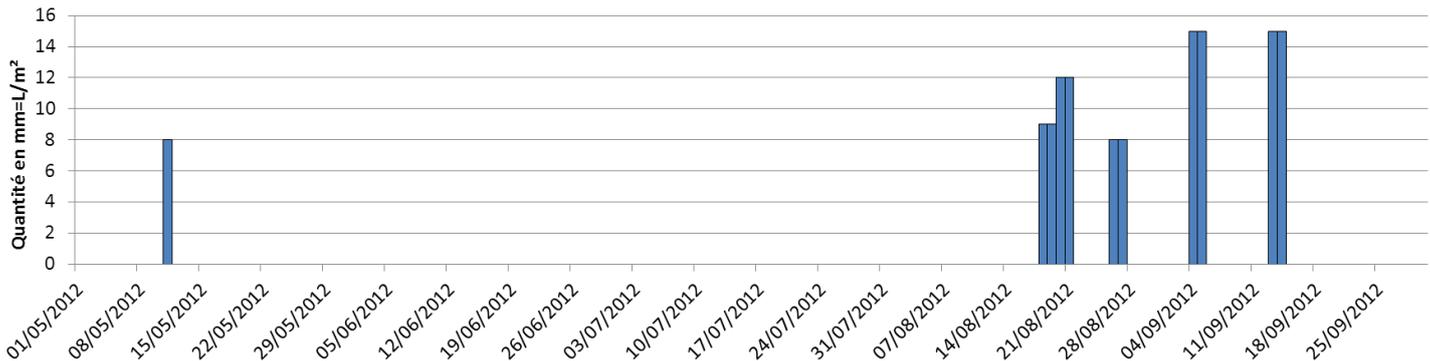


Figure 18 : Données d'arrosage en 2012 sur le site de Mendès France (Mérignac)

Le début du printemps ayant été sec, nous notons des jaunissements importants sur la plupart des modalités et de ce fait un arrosage est mis en place début mai. De même suite au mois d'août 2012 très chaud, une série d'arrosage est déclenché afin de limiter le dessèchement de la quasi-totalité des modalités.

4.2 Evolution de la couleur et du flétrissement

De la mise en place de l'essai en mai jusqu'à l'automne 2011, l'état végétatif des différentes modalités est resté correct. L'arrosage programmé à l'aide des tensiomètres a permis de maintenir une couleur satisfaisante de la plateforme d'expérimentation, quelle que soit la végétalisation implantée.

A partir de 2012, la plateforme n'est plus gérée par la tensiométrie et les arrosages sont limités et réalisés « au besoin du végétal » afin de réaliser des économies d'eau (voir annexe numéro 2)

Le tableau 4 permet de visualiser la couleur de chaque modalité de la fin de l'année 2011 au printemps 2013.

✓ Pour la modalité M01 : on constate que le mélange de graminées permet de conserver une végétation assez verte pendant environ 9 mois en 2012 et on note un démarrage correct au printemps 2013, quel que soit le substrat utilisé. La végétation qui devient jaune après un stress hydrique, réitère rapidement lorsque les conditions deviennent favorables et une bonne reprise des graminées est observée.

✓ Pour la modalité M02 : elle réagit moins bien aux déficits hydriques et donne de façon générale une coloration des plantes plutôt vert jaune tout au long des différentes notations. Le mélange de graminées résiste beaucoup plus à des situations de stress sur le substrat 1.

✓ Pour le mélange M03 : graminées et micro luzerne, on observe une coloration verte, voire vert foncé pour cette modalité qui se maintient pendant une bonne période de l'année et conserve une bonne tenue face à un stress hydrique.

✓ Pour les modalités M04 et M05 utilisant le genre *Zoysia* spp: il ne semble pas très adapté. En effet, on peut distinguer sur le tableau que les couleurs des couverts végétaux ont toujours été notées dans la plupart des cas en vert jaune et marron. Cependant le *Zoysia*

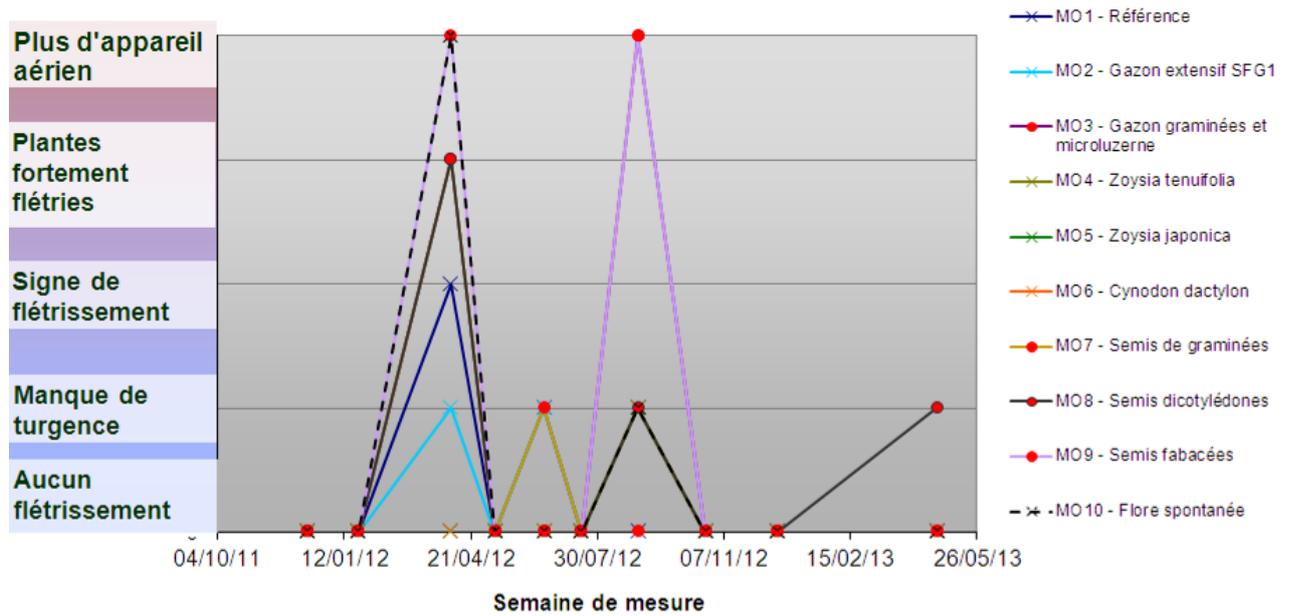


Figure 19 : Evolution du flétrissement dans le substrat 1 en fonction de la végétalisation sur le site Mendès France (Mérignac)

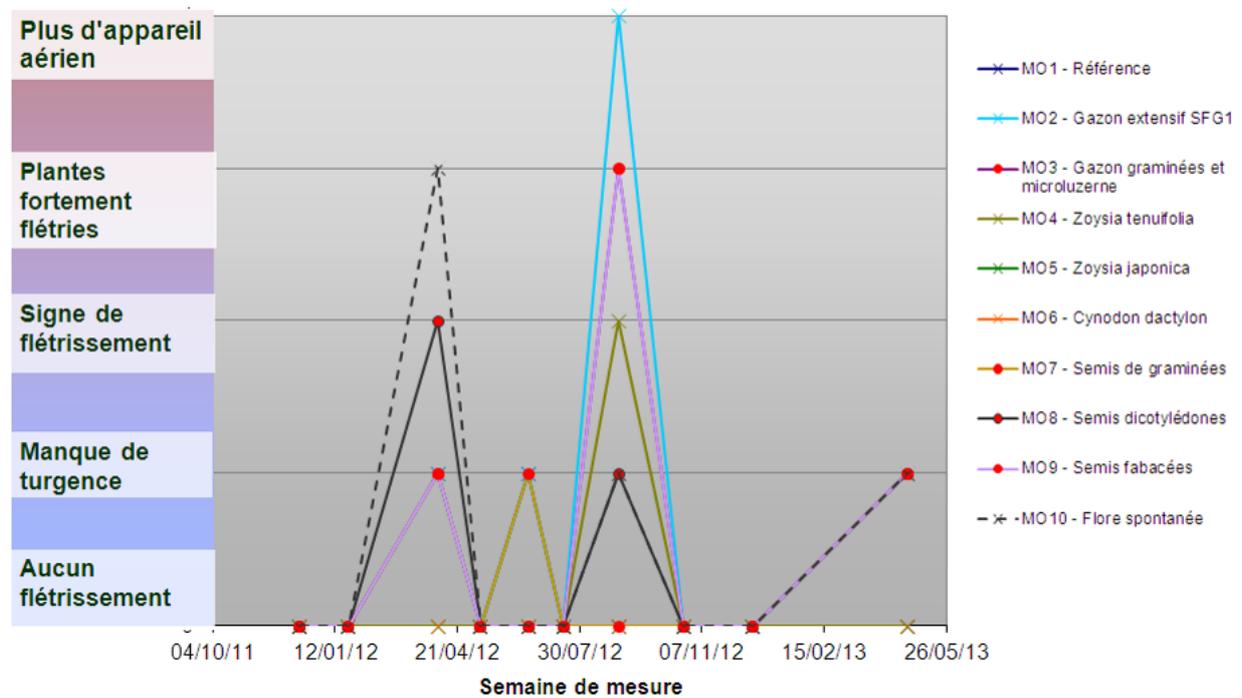


Figure 20 : Evolution du flétrissement dans le substrat 2 en fonction de la végétalisation sur le site Mendès France (Mérignac)

4.3 Evolution du taux de recouvrement et floraison

Le taux de recouvrement en fonction de la végétalisation est sensiblement plus important sur le substrat 2 que sur le substrat 1 (figures 21 et 22). Sur chaque figure, la légende permet de classer les modalités en allant du plus petit recouvrement au plus fort pour chaque substrat. Sur le substrat 1 la modalité la moins couvrante est la M04 et les plus grandes sont M01 et M10. Pour le substrat 2, M04 est toujours la plus faible et M01 la plus importante.

Si on examine plus précisément chaque profil de courbe concernant l'évolution du recouvrement par modalité (Figures 23 et 24) on peut voir que ces profils sont quasiment similaires entre les deux substrats. La légère différence tient au fait qu'après la période de stress hydrique de l'été 2012 (août 2012) certaines modalités ont mieux résisté et ont une bonne réitération suite à ce stress. Les reprises sont plus prononcées sur le substrat 2. L'effet visible du manque d'eau, impacte le développement de certaines modalités, surtout sur le substrat 1. Les modalités exprimant le meilleur recouvrement sont M08, M05, M06, M10 et M01.

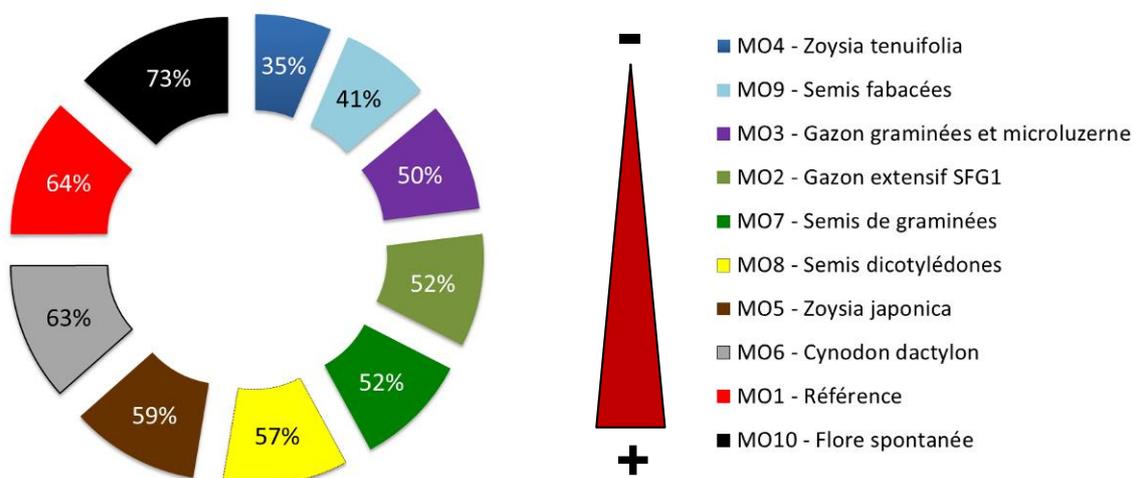


Figure 21 : Evolution du taux de recouvrement dans le substrat 1 en fonction de la végétalisation sur le site Mendès France (Mérignac)

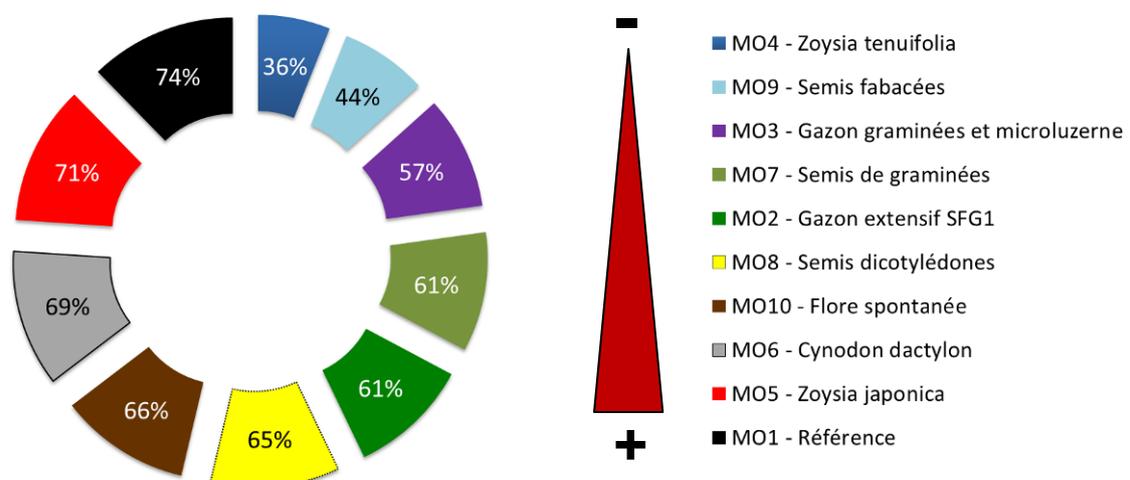


Figure 22 : Evolution du taux de recouvrement dans le substrat 2 en fonction de la végétalisation sur le site Mendès France (Mérignac)

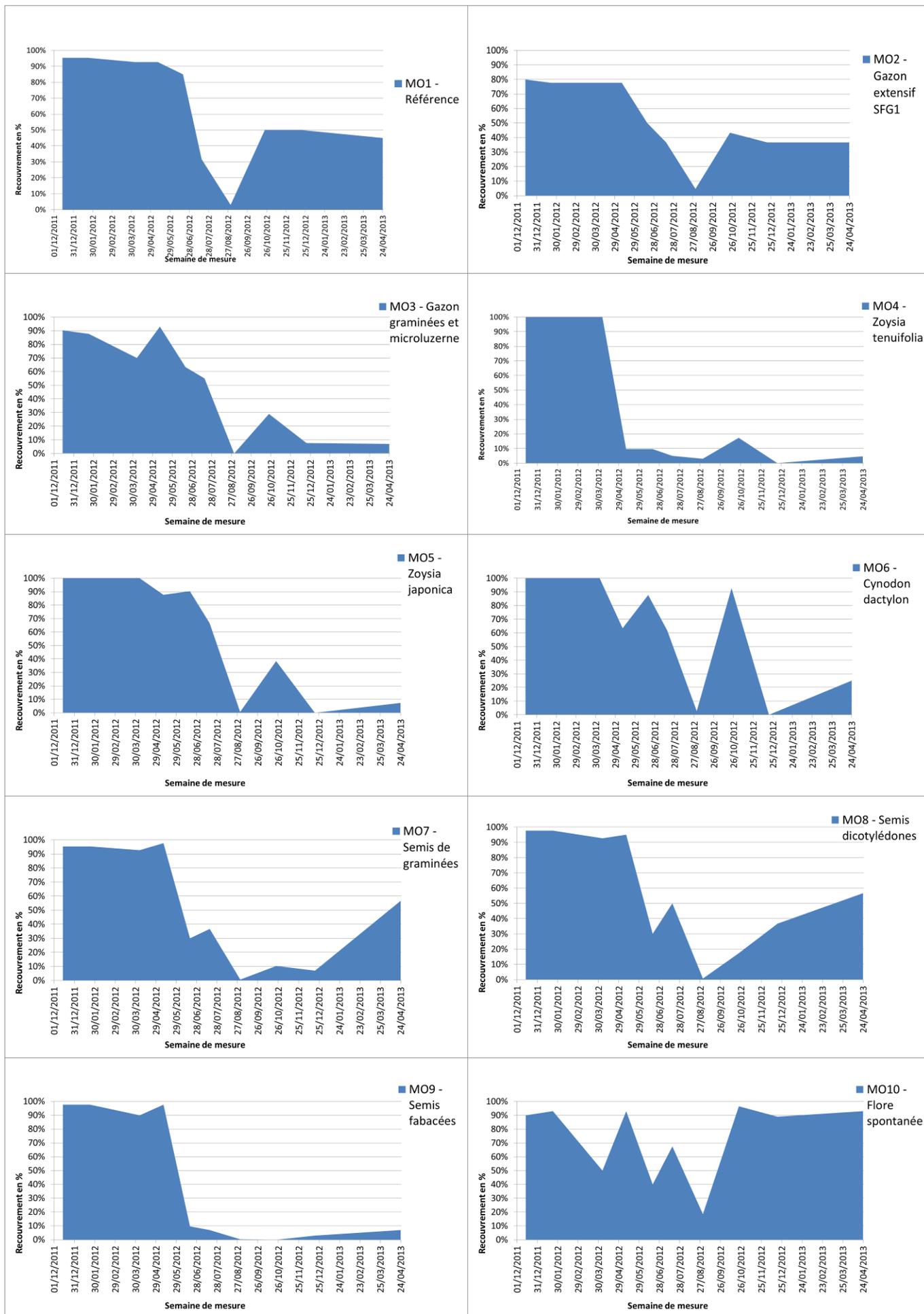


Figure 23: Evolution du recouvrement par modalité sur le substrat 1



Figure 24: Evolution du recouvrement par modalité sur le substrat 2

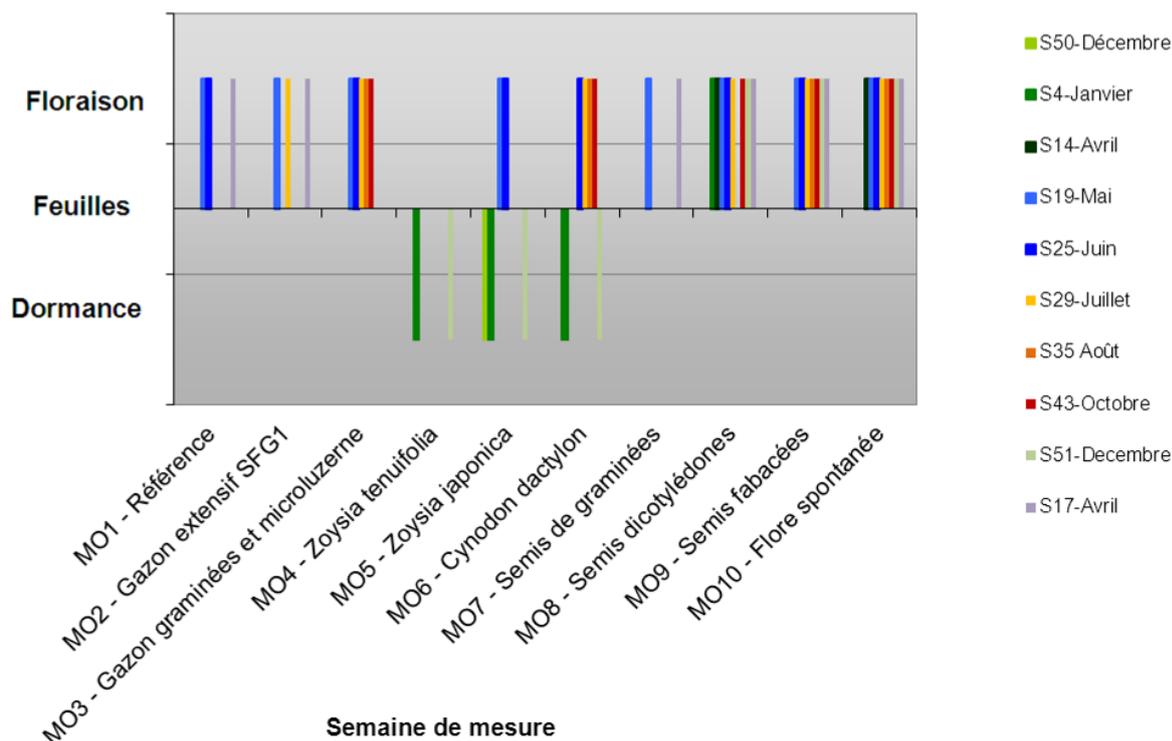


Figure 25 : Evolution des stades phénologiques en fonction de la végétalisation sur le site Mendès France (Mérignac)

Les évolutions des stades phénologiques sont représentées sur la figure 25 en fonction de la végétalisation mise en place. On constate, en premier lieu que les modalités M09, M03 et M10 ont une floraison étalée dans le temps et plus présente durant l'été. Mais c'est la modalité comportant le semis de dicotylédones qui donne une floraison continue du fait de l'alternance des floraisons des espèces du mélange.

Les modalités avec les différentes graminées, le *Zoysia japonica* et le *C. dactylon* ont des floraisons éphémères et très discrètes. Aucune floraison n'a été observée pour le *Zoysia tenuifolia*.

Les floraisons qui attirent l'œil et donne un esthétisme intéressant sont principalement la modalité avec le mélange de dicotylédones et la micro luzerne (cf photographies ci-dessous).



4.4 Evolution de la hauteur et des tontes en bordure et sous le tramway

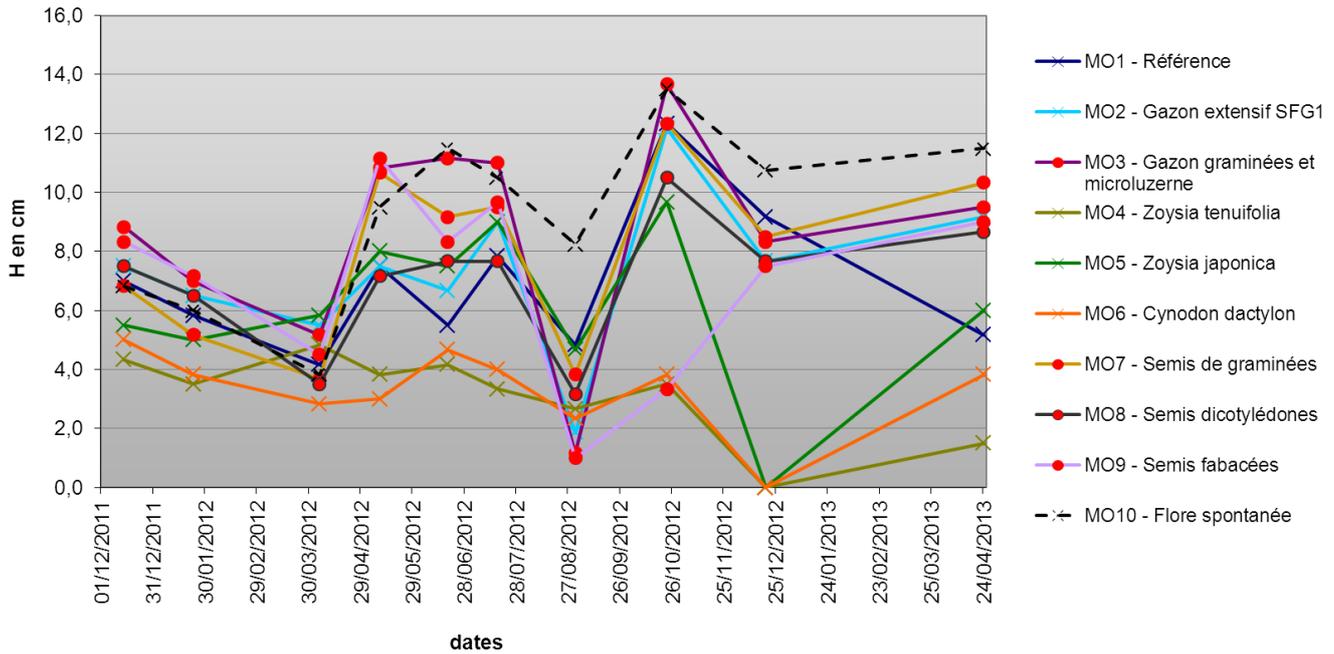


Figure 26 : Evolution de la hauteur sous le tramway en fonction de la végétalisation sur le site Mendès France (Mérignac)

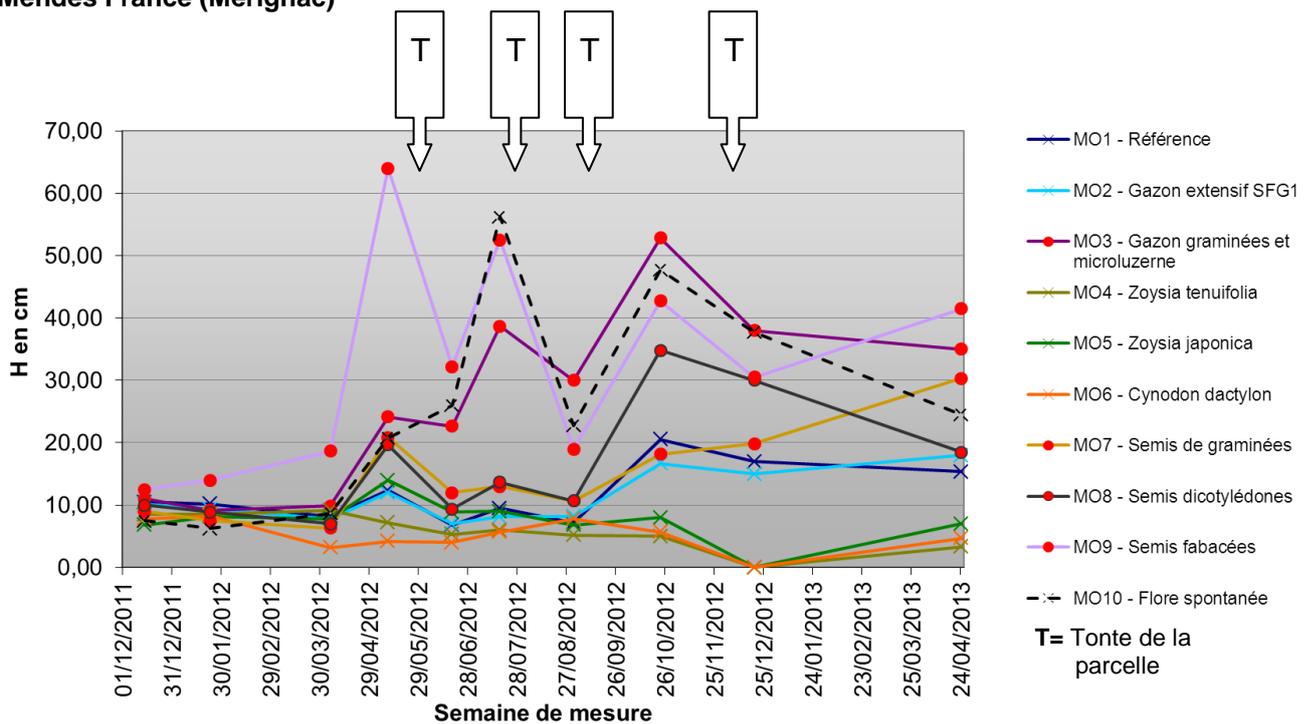


Figure 27 : Evolution de la hauteur entre le GLO et le trottoir en fonction de la végétalisation sur le site Mendès France (Mérignac)

Quatre tontes ont été effectuées en 2012. Elles consistent à ramener les hauteurs à 9-10 cm pour les modalités dont les végétaux se développent de façon importante et qui peuvent être une gêne pour l'arrosage conduit à l'aide de tuyères ainsi que pour l'aspect esthétique de la zone d'essai. Les tontes ont été réalisées principalement sur la bande centrale et en bordure de la voie.

Au cours des différentes notations, on a pu noter que peu de différences de hauteur de plantes existe entre le substrat 1 et 2.

La hauteur de végétation sous la rame du tramway ne dépasse jamais 12-14 cm (figure 26). **Il n'y est pas nécessaire de tondre!** Nous avons un effet de thigmomorphogénèse exercé par la rame (limitation de la croissance des végétaux par passage successif et répété d'un mouvement mécanique).

Au niveau de la bande centrale et des bordures du rail (figure 27), nous constatons que les modalités les plus poussantes sont les modalités « flore spontanée », M10 (>50 cm) et les modalités avec la micro luzerne (M03) où on peut atteindre une hauteur d'environ 50 cm et le mélange fabacées-graminées (M09), notamment dû à une croissance importante du trèfle des prés : *Trifolium pratense* (60cm) et ponctuellement des *Onobrychis viciifolia* (Sainfoin cultivé).

La modalité de semis de monocotylédones (M08) peut approcher une hauteur moyenne de 25 cm surtout à la fin de l'été suite au développement des fleurs des achillées.

Les modalités comportant un mélange de graminées (M01 et M02) ont des hauteurs stables (15-20 cm) Le *C. dactylon*, et les *Zoysia* ont une croissance assez faible qui ne dépasse pas 10 cm.

Il est possible de classer les modalités en 4 groupes de développement

Hauteur constante et peu variable Peu poussante <10 cm	légèrement poussante >15/20cm	Poussante 30-50 cm	Très poussante >60 cm
M04-M05-M06	M01-M02-M08	M03-M07-M10	M09

4.5 Flore adventice présente sur les différentes modalités

La diversité et la quasi-totalité des adventices présentent sur le site de Mendes France ont été décrites en 2011 (rapport intermédiaire).

Cependant, les adventices les plus représentées sur le site sont :

- *Digitaria sanguinalis*
- *Picris echioides* (n°1)
- *Plantago lanceolata*
- *Plantago major* (n°2)
- *Poa annua*
- *Portulaca oleracea*
- *Renoncula repens*
- *Trifolium repens*



Le *Trifolium repens* est l'adventice qui domine et qui se retrouve sur toutes les modalités. En effet, on peut d'une part penser que le fait d'avoir semé le trèfle rampant dans la modalité M09 et que d'autre part cette légumineuse est présente le long de la rame du tramway en dehors du site expérimental et contigüe au site, peut contaminer l'essai par une propagation provoqué par le tram lui-même.

Sur le substrat 1 on peut noter que les modalités qui hébergent le plus d'adventices sont la modalité M07, M09, M08 et M04 (de 40 à 60% de recouvrement). Sur le substrat 2, la modalité M07 reste la plus polluée, puis nous avons M08, M06 et M04 (Figures 28 et 29).

La modalité 8 est la seule modalité avec une baisse progressive de la pression adventice au profit des espèces semées.

Le taux de recouvrement par modalité et par substrat est représenté sur les figures 30 et 31. Enfin, on note à partir du mois de mai 2012 la disparition de la pression exercée en

2011 par les *Echinochloa*. Cela s'explique par la modification du régime hydrique sur la parcelle ainsi que la concurrence par les autres végétaux déjà implantés.

Le profil de contamination par les adventices est important pendant toute la période d'observation sur la modalité M07 (semis de graminées). Ce recouvrement avoisine les 80% en début d'année 2012 et il va diminuer après la période de stress hydrique du mois d'août pour stagner autour de 50-60% jusqu'à la fin des notations en avril 2013. On observe la même tendance pour le semis de dicotylédones (M08), mais après la période estivale la population de mauvaises herbes diminue et se situe au environ de 30%. Le semis de fabacées est plus contaminé en fin d'essai sur le substrat 1 et 2 du fait de son faible recouvrement par la végétalisation mise en place qui est remplacé par les adventices. Ce problème de perte de la végétation d'origine se retrouve aussi pour d'autres modalités. C'est le cas pour M04, M05, M06 et M03. En ce qui concerne la modalité 1 et 2, on peut noter que ce sont les deux végétalisations qui recueillent le moins d'adventices.

De façon générale on peut dire que la contamination du site par les adventices se crée progressivement, ainsi la végétation de départ est remplacée par une flore sauvage. Ce phénomène est d'autant plus présent que les conditions climatiques conduisent à ces changements de végétation (manque d'eau).

Dans la plupart des cas, le taux de recouvrement par les adventices est plus important sur les zones où la végétalisation a été semée en comparaison avec les modalités où les végétaux sont apportés par plaquage. C'est ce que l'on observe la première année. Cependant, au fur et à mesure que l'on avance dans le temps, il est possible de perdre la végétation d'origine et de voir un autre couvert végétal s'installer (cas du site de Tauzia).

La contamination par les adventices ne pose pas de problèmes entre les voies du fait de l'effet 'passage tram' qui régule la croissance des plantes par les passages successifs. En revanche, entre les abords et le GLO, et au milieu des 2 voies, le développement de certaines adventices 'peu esthétiques' peuvent donner une apparence néfaste des zones végétalisées.

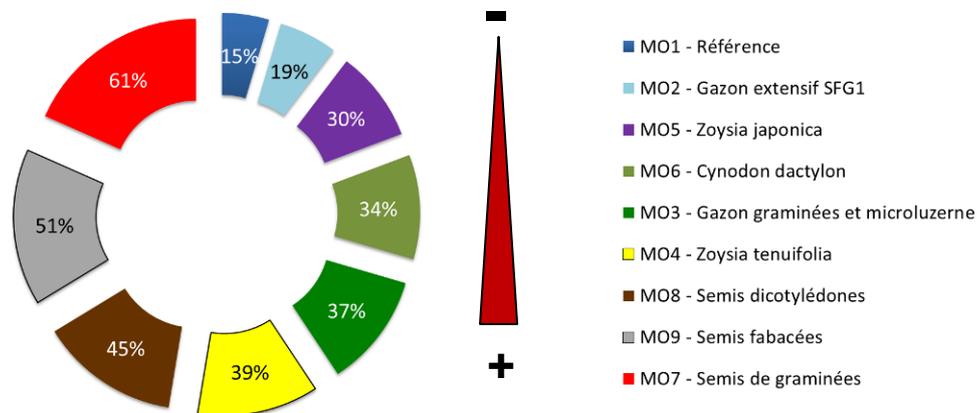


Figure 28 : Recouvrement moyen des adventices en 2012 sur le substrat 1

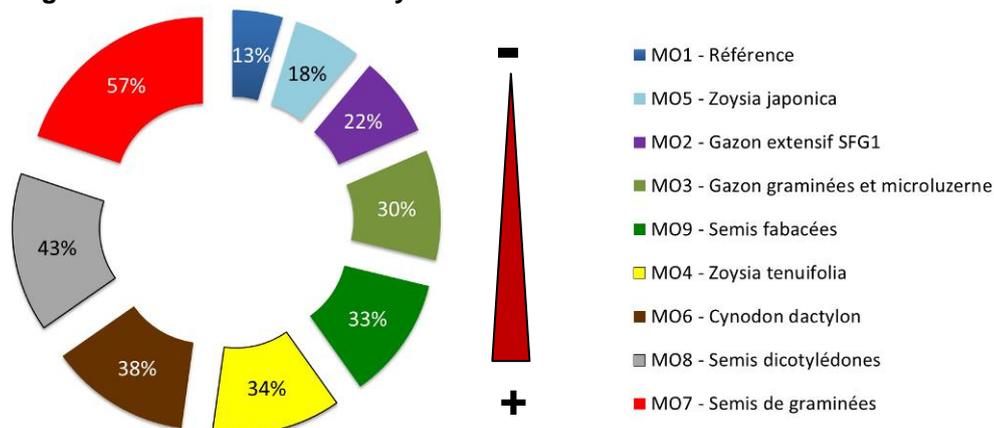


Figure 29 : Recouvrement moyen des adventices en 2012 sur le substrat 2

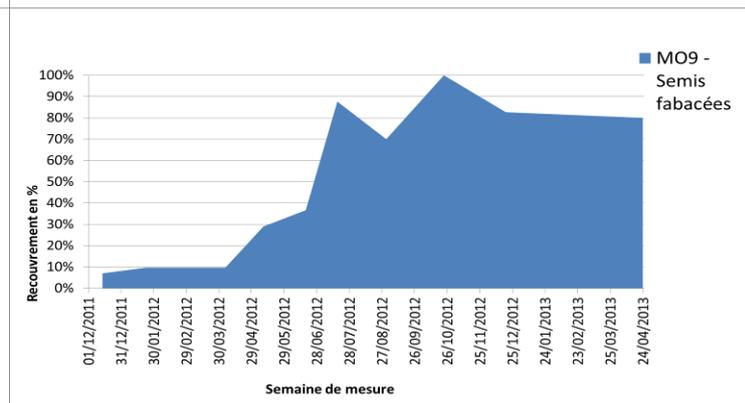
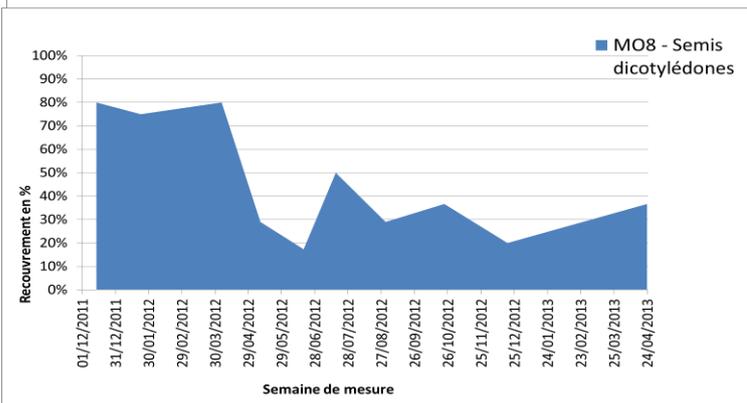
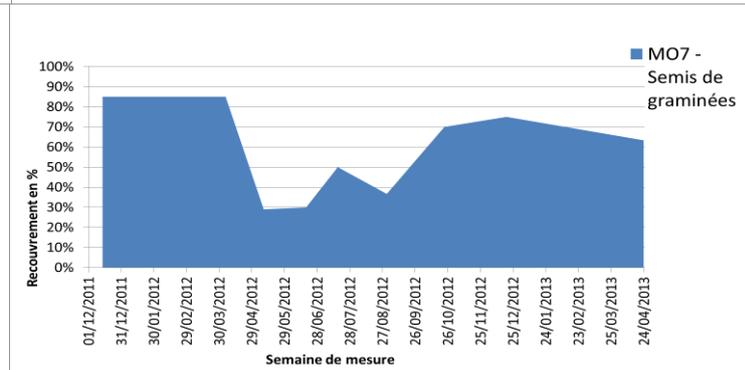
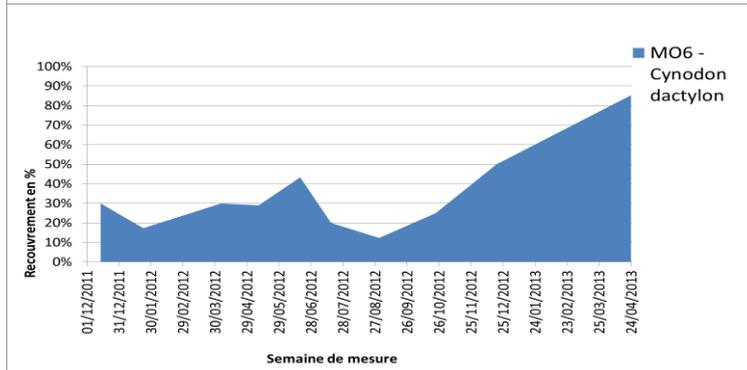
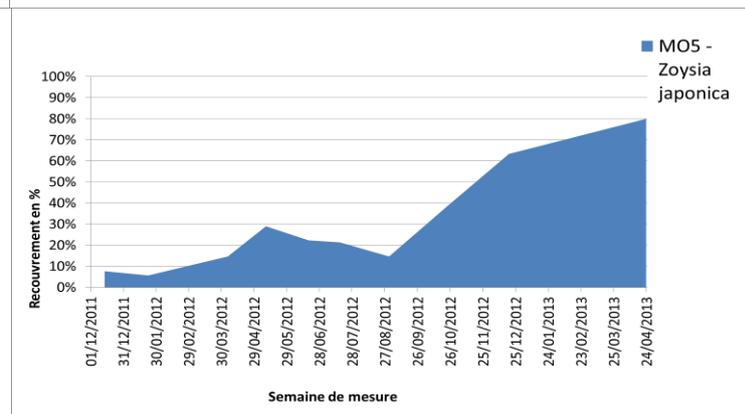
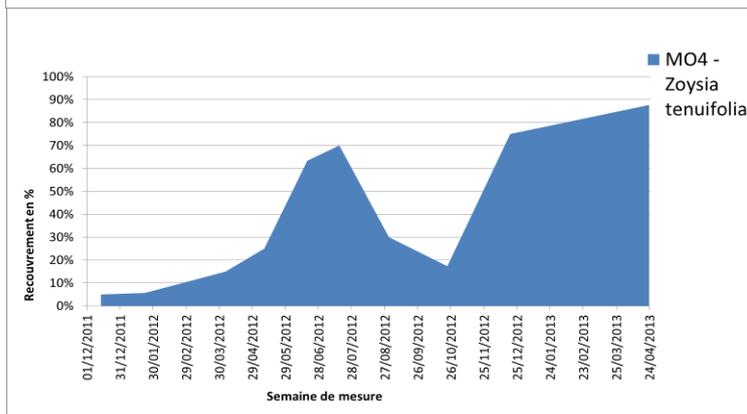
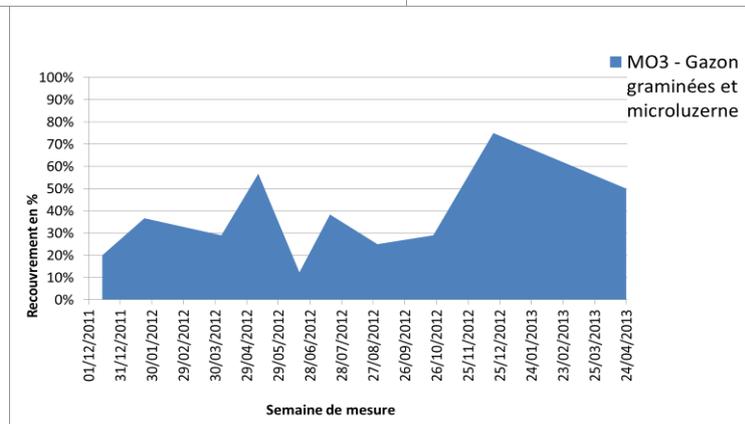
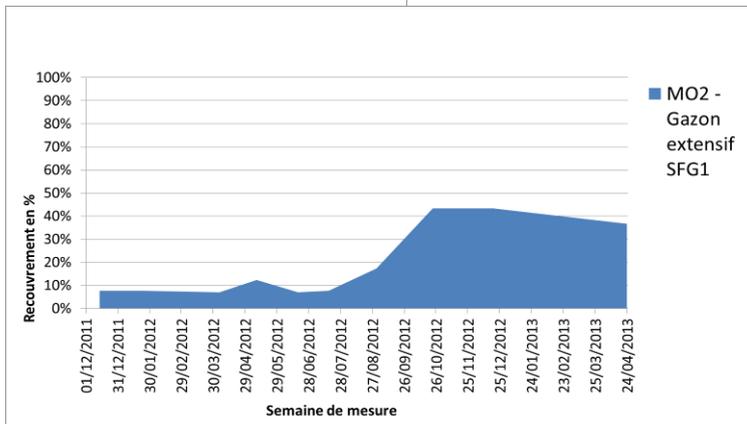
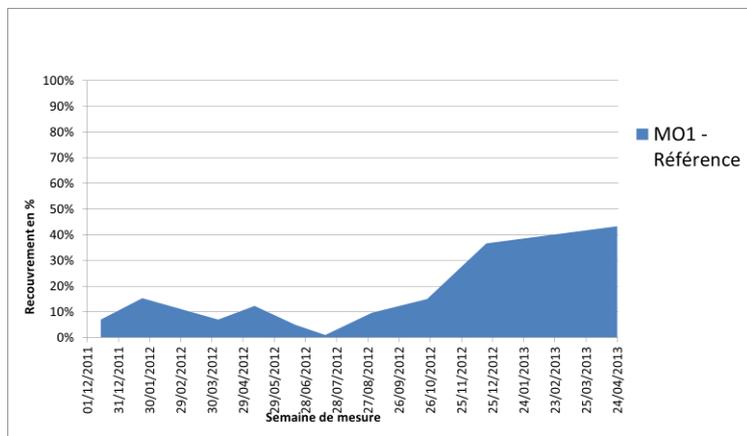


Figure 30: Evolution du recouvrement des adventices par modalité sur le substrat 1

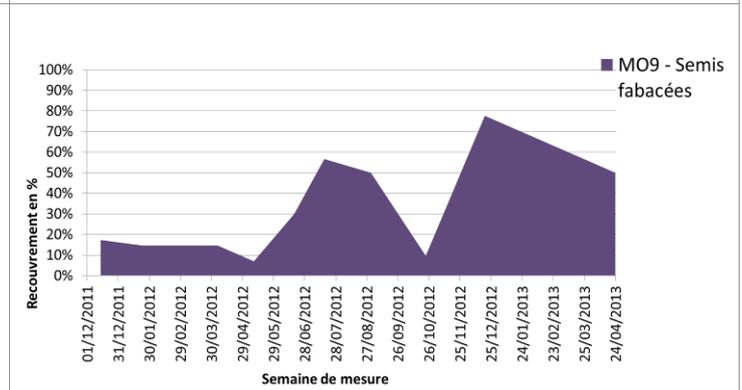
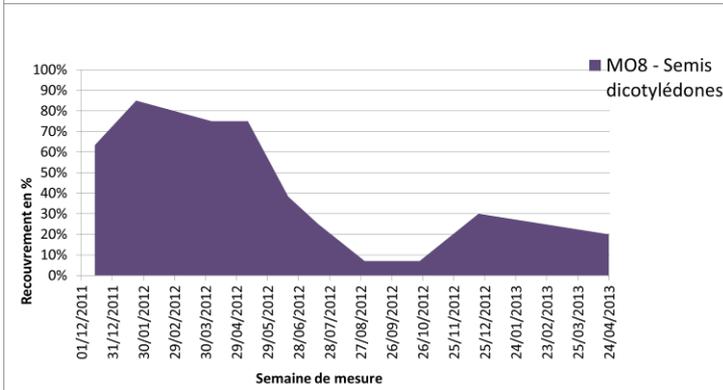
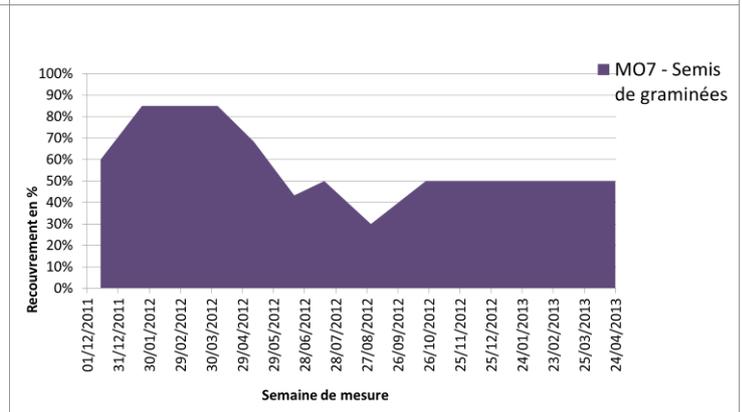
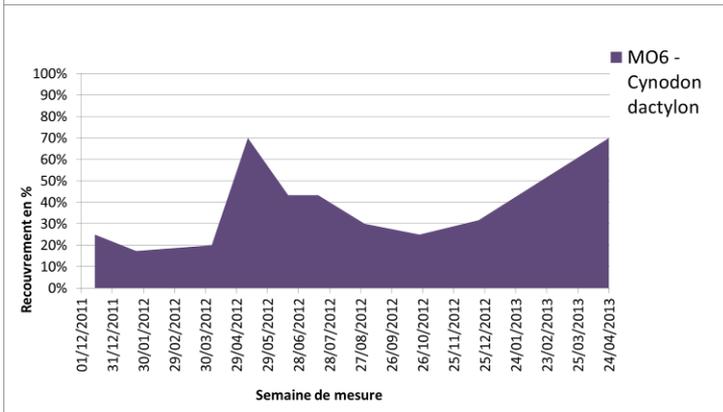
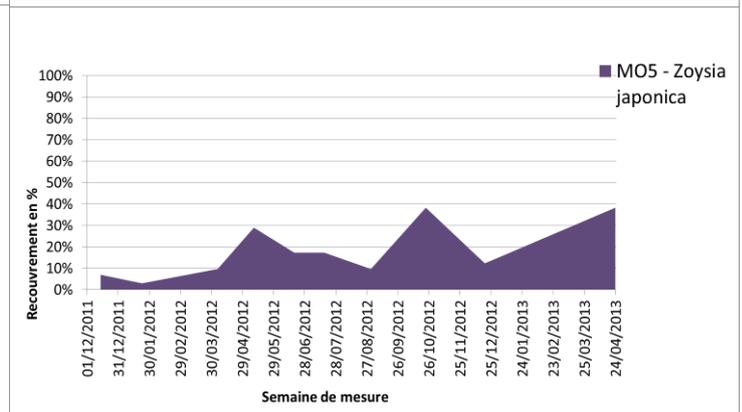
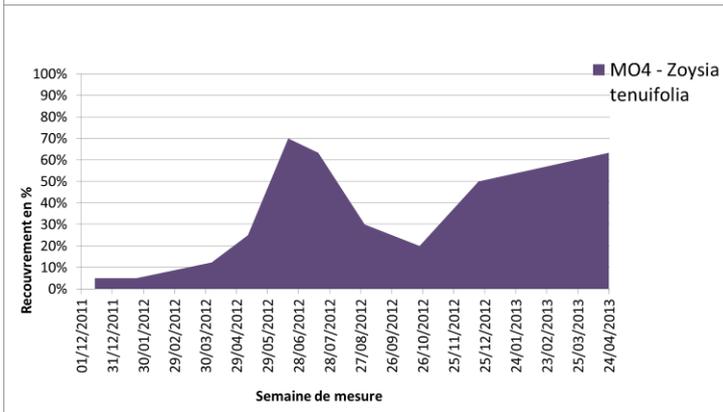
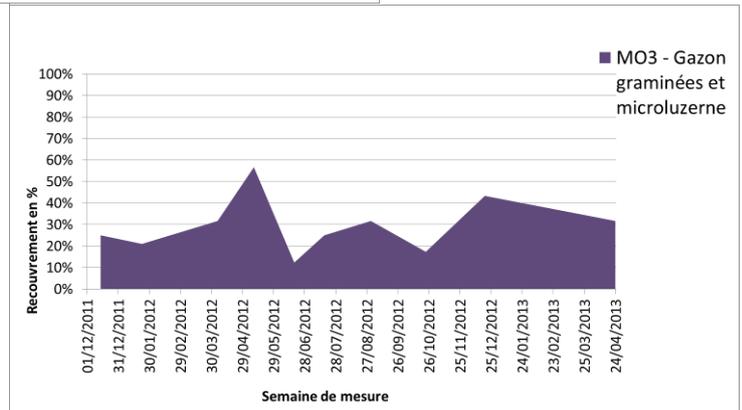
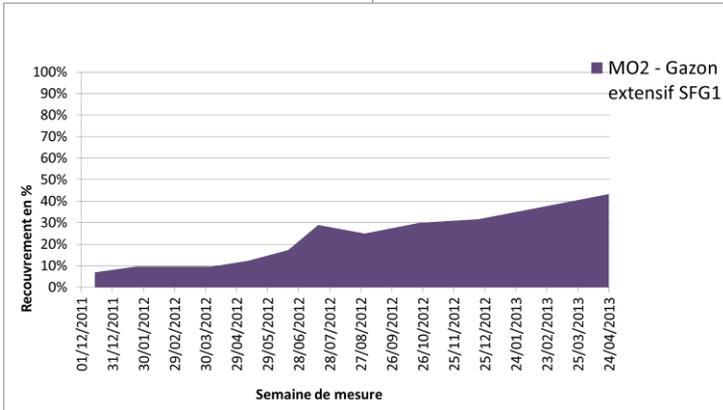
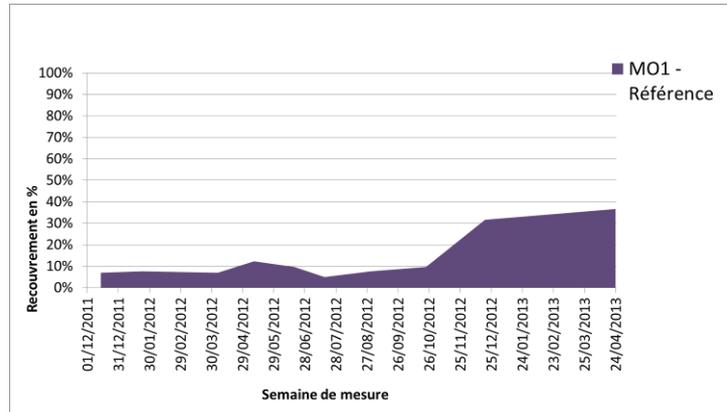


Figure 31: Evolution du recouvrement des adventices par modalité sur le substrat 2

4.6 Observations de l'entomofaune, ravageurs et maladies

Dès le mois d'avril 2013, les premières présences de coccinelles sont notées sur la parcelle M07. La présence de ces insectes est liée au développement des *Picris* hôtes de pucerons. A cette même période, il est fait état de symptômes viraux sur les trèfles de la modalité 10.

Au mois de mai, on note la présence de coccinelles sur la modalité 8 ainsi que de momies d'*Aphidius*, hyménoptère parasitoïdes de pucerons (cf figure 32).

En juin, on retrouve des coccinelles à sept points sur les adventices (*Sonchus* et *Picris*) de la modalité 4, 6 et 7 et 9. A cette période les premières traces d'oïdium sont observables sur les *Trifolium pratense*. Les syrphes sur les modalités 9 et 10 font aussi leur apparition.

En juillet, les observations sont assez similaires avec des constats de coccinelles sur les *Picris*. La floraison des *Lotus corniculatus* attire dès cette époque les premiers bourdons.

Les suivis réalisés font remonter un intérêt entomologique pour les modalités 8, 9 et 10 de par leurs floraisons régulières et leur attraction vis-à-vis des proies pour les insectes prédateurs ou parasitoïdes.

Toutes ces observations sont faites dans les zones où l'expression des végétaux est suffisante (croissance végétative, floraison, etc.) permettant ainsi la bonne installation d'insectes.



Figure 32 : Présence d'*Adalia 7-punctata* dans la modalité 8 sur *Prunella grandiflora*.

4.7 Observation des levées des dicotylédones sur la modalité 8

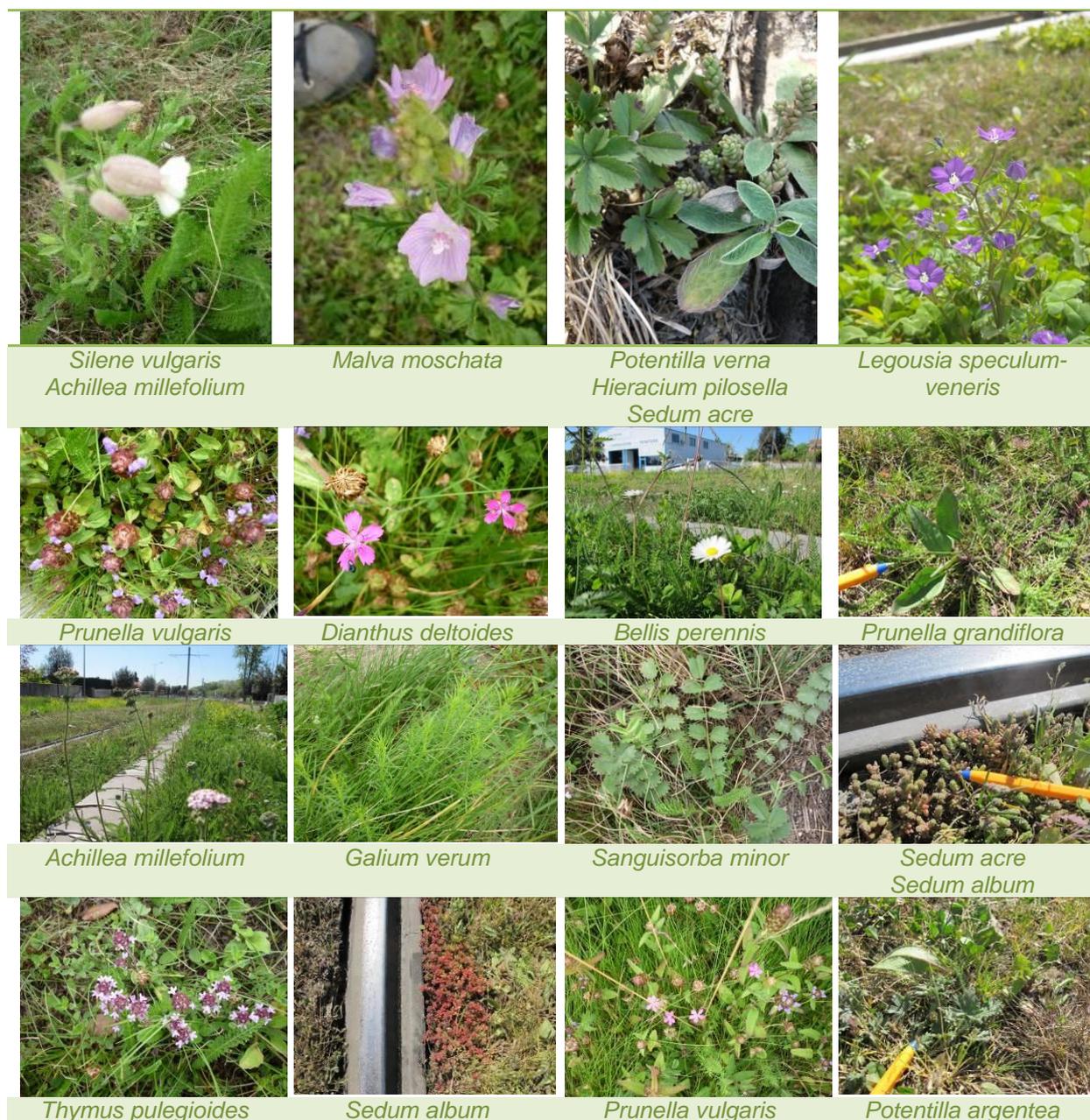


Figure 33: Représentation de quelques-unes des plantes de la modalité 8 présentes sur la plateforme durant la saison

La figure 33 ci-dessus permet de visualiser quelques-unes des espèces semées les plus présentes et les plus florifères. Suite aux observations réalisées en 2011, 2012 et 2013, on estime que 28 des 34 espèces semées doivent rester dans la constitution du mélange.

A contrario, les espèces suivantes peuvent être éliminées de la composition du mélange :

- *Ajuga reptans*
- *Cerastium arvense*
- *Gypsophila repens*
- *Helianthemum nummularium*
- *Saponaria ocymoides*
- *Stelaria holostea*



Figure 34 : Ensemble des espèces semées en 2011 en poterie de 2L

4.8 Photographies et évolution

4.8.1 Vue de la plateforme d'essai

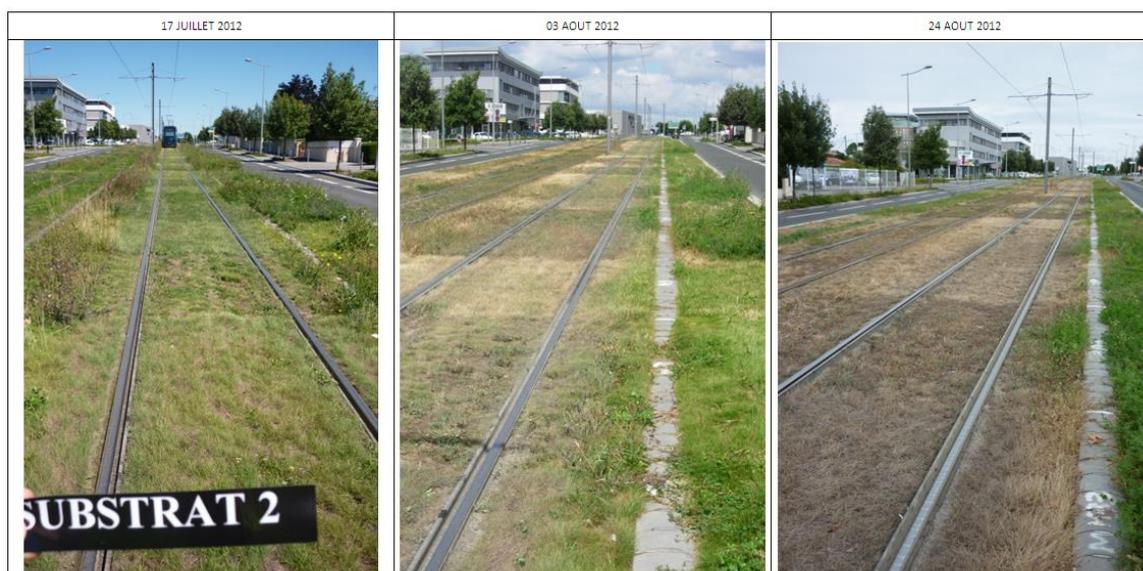
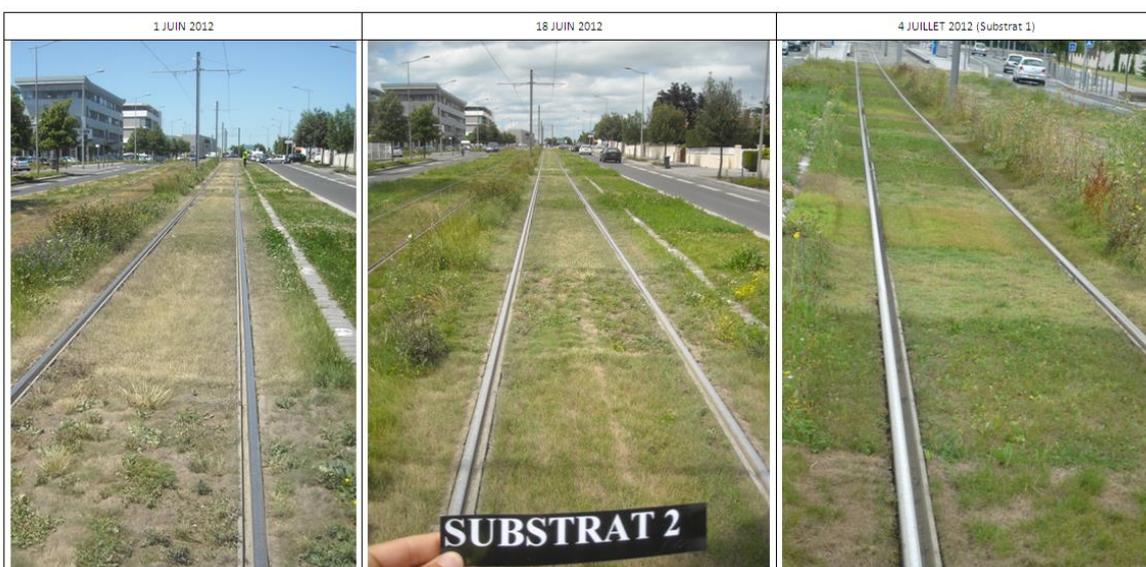




Figure 35 : Vue de la plateforme d'essai durant 10 périodes de 2012&2013 (2 pages)

4.8.2 Modalité 1



Figure 36 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 1

4.8.3 Modalité 2

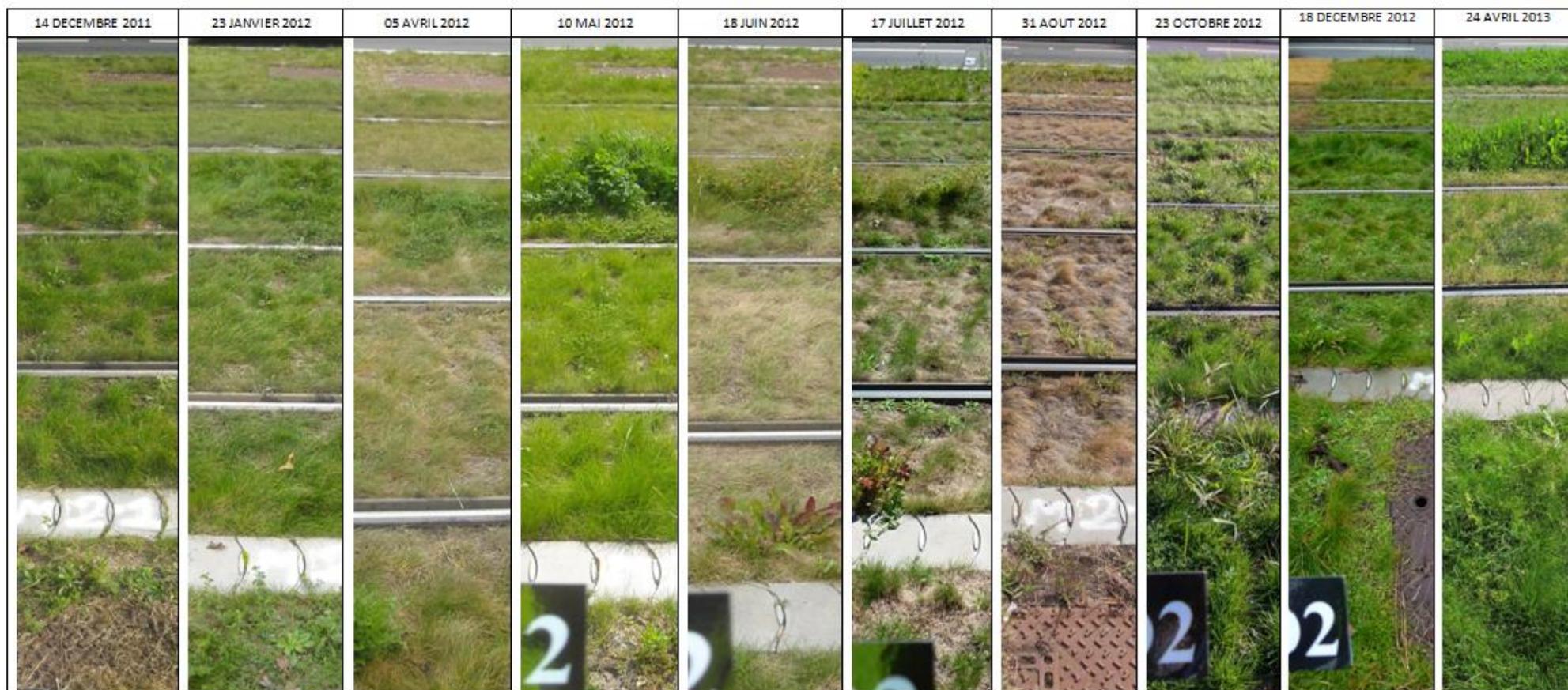


Figure 37 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 2

4.8.4 Modalité 3



Figure 38 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 3

4.8.5 Modalité 4



Figure 39 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 4

4.8.6 Modalité 5

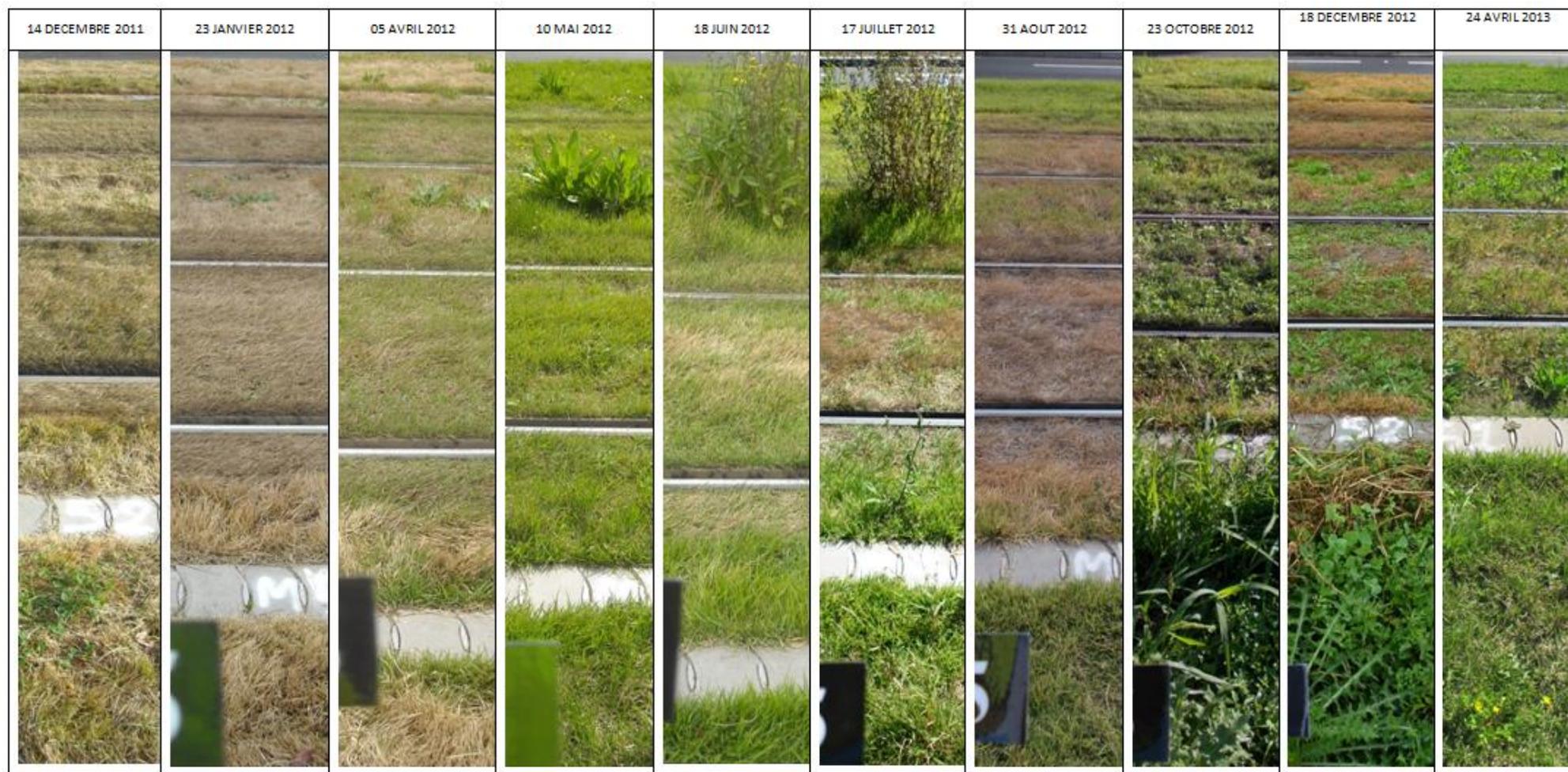


Figure 40 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 5

4.8.7 Modalité 6



Figure 41 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 6

4.8.8 Modalité 7

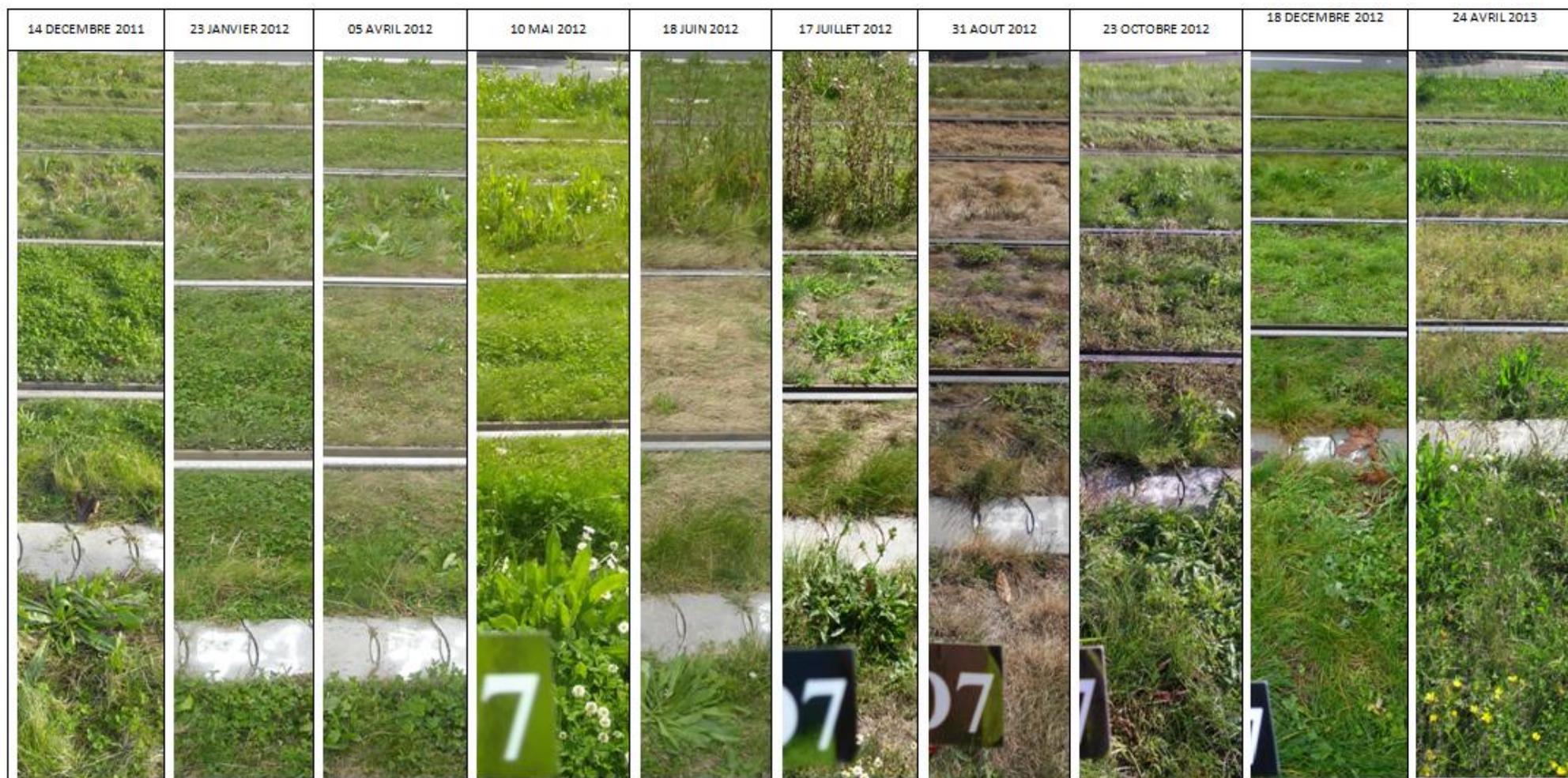


Figure 42 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 7

4.8.9 Modalité 8



Figure 43 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 8

4.8.10 Modalité 9

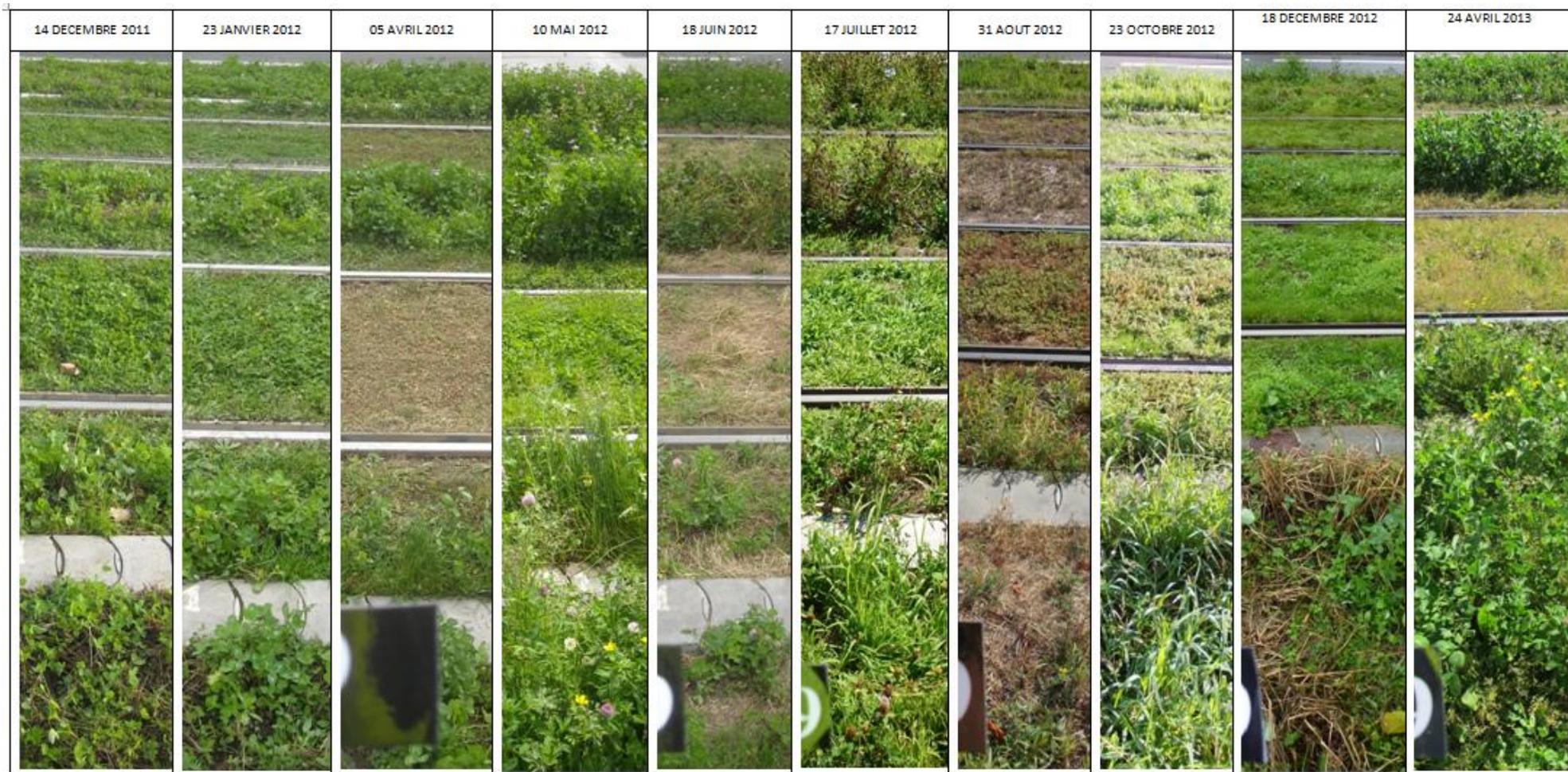


Figure 44 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 9

4.8.11 Modalité 10

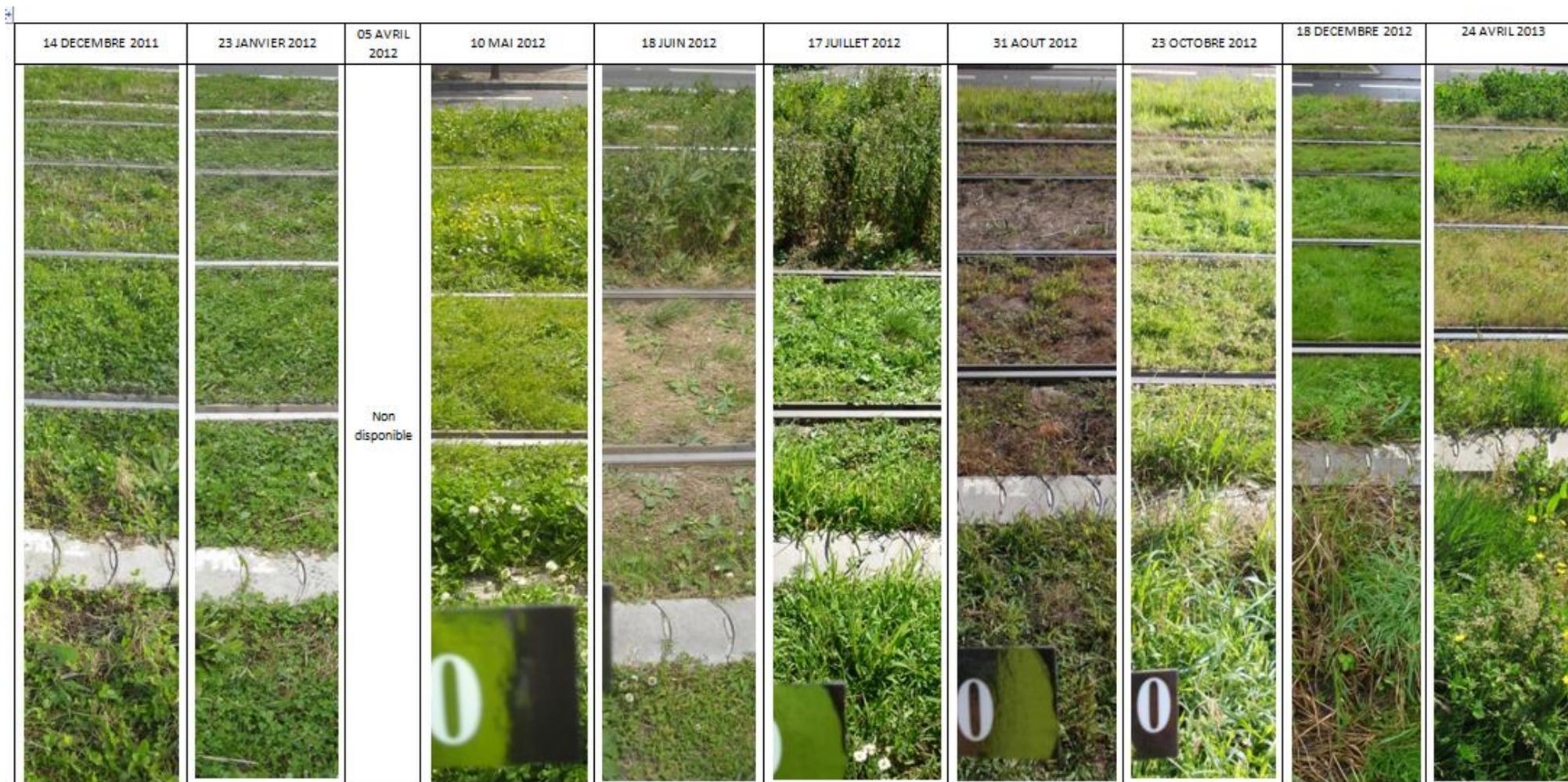


Figure 45 : Evolution à 10 périodes différentes de la modalité 10

5 Conclusion et perspectives

L'expérimentation sur la végétalisation du tramway entre 2011 et 2013 fait ressortir un substrat en particulier : le substrat 2.

Ce support de culture, différent d'un sol de par sa nature et ses contraintes, possède des caractéristiques physiques essentielles pour le maintien du couvert végétal, de son alimentation hydrique et ainsi de sa réitération. Ce substrat se doit de posséder les caractéristiques suivantes lors de la rédaction d'un cahier des charges :

- 20 à 25% de capacité de rétention en eau ;
- point de flétrissement permanent à 16%.

Cependant, il est essentiel de considérer le niveau de fertilisation de ce support de culture. En effet, après 2,5 années, le taux de matière organique sur la parcelle de Tauzia a fortement baissé. Il apparaît nécessaire de maintenir un apport tous les 2 ans de matière organique à partir d'un compost de déchets verts à 22,5% de MO (Données ITAB, 2001). Cet apport induira aussi un maintien de la structure de sol, de l'activité biologique tout en fournissant une source en éléments minéraux pour le couvert végétal.

Concernant la gestion des adventices, il reste important d'utiliser pour le support de culture des matières premières indemnes de plantes avec une forte capacité de production de graines ou d'organes de réserve. Ce travail passe par le choix de la parcelle d'exploitation afin de limiter les risques de propagation d'espèces exotiques envahissantes : *Phytolacca*, *Cyperus*, *Reynoutria*, etc. Ensuite, l'utilisation de couvert végétal fourni en plaquage permet de considérablement réduire l'impact visuel et concurrentiel des adventices (cf acquis 2011). L'utilisation de la technique de faux-semis est aussi recommandé.

Suite aux différentes réunions, il est possible de concevoir la végétalisation du tramway selon 2 modèles (cf figure 46) :

- Homogène : n°1
M1 ou M3 ou M8
- Discontinue : n°2
M1+M3 ou M1+M8

La première présente l'intérêt d'une végétalisation simple à mettre en œuvre. Cependant, dans le cas ci-dessous (Modalité 8), de très nombreuses espèces semées ne s'expriment pas sous la voirie du tramway. La deuxième proposition permet de profiter de la floraison de la luzerne sur les extérieurs de voirie et maintenir un couvert avec une faible demande en tonte sous le tramway. Ces idées permettent d'ouvrir le champ des possibles pour les maîtres d'œuvre ou les gestionnaires quant aux modalités de végétalisation extensive.

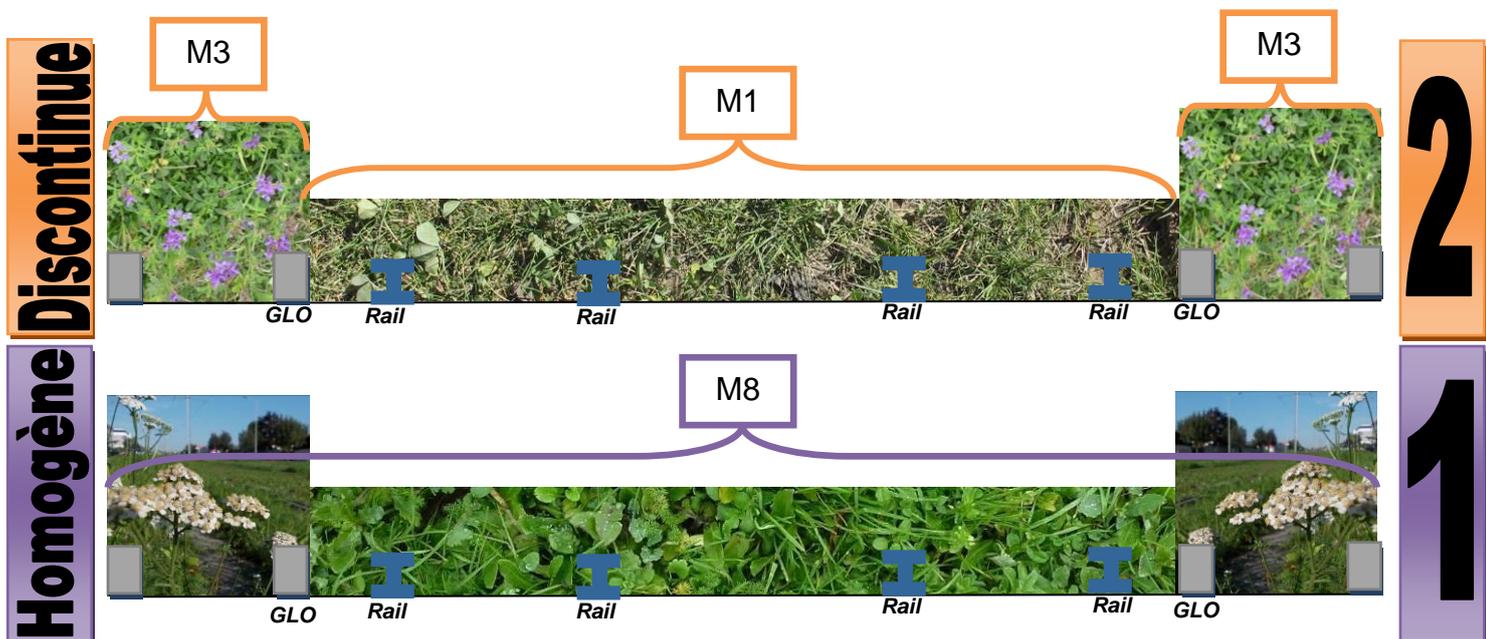


Figure 26 : Arbre décisionnel sur le choix des modalités testées entre 2011 et 2013

Les différentes caractéristiques propres à chaque modalité sont définies dans le tableau 5 en page suivante.

Il apparaît essentiel pour les gestionnaires et les décideurs des voiries du tramway en cours et à venir de disposer d'un arbre de décision (cf figure 47) pour le choix de la végétalisation en fonction de contraintes. De par la nature de cet essai, trois contraintes ont été identifiées et hiérarchisées :

- 1^{ère} : Potentiel de végétalisation : réponse au stress hydrique et durée de dormance
- 2^{ème} : Besoins en tonte
- 3^{ème} : Esthétique et appropriation par les usagers (sur la base du jury de 2012 commandité par le réseau Nature de la CUB)

Cet arbre est basé sur l'évaluation croisée des données entre le recouvrement et la coloration du feuillage. Ce calcul permet d'aboutir à une note sur 10 sur l'ensemble des 10 périodes de mesure. Elle fait ressortir 4 modalités avec une note supérieure à 5 (moyenne) sur le substrat 2 (cf annexe 4). Ces modalités correspondent aux modalités : M1, M3, M7 et M8.

Par rapport au choix réalisé en amont de cette rédaction, il convient de noter que la modalité 9 contenant une forte proportion de trèfle n'est plus caractérisée comme une modalité avec un bon potentiel de végétalisation. Ce changement d'avis sur modalité 9 s'explique par la baisse drastique du recouvrement et la perte des parties aériennes et souterraines (en 2012 et 2013) suite aux stress hydriques de 2012.

Enfin, il est important de souligner le deuxième axe de cet arbre : les besoins en tonte. En effet, la modalité 3 en fort déclin de recouvrement en fin d'essai demande un nombre de tonte supérieur à ce qui est réalisé (4 tontes en 2012) dans ce cadre expérimental. Ces tontes permettraient de rajeunir régulièrement les parties aériennes lignifiées et vieillissantes de la luzerne.

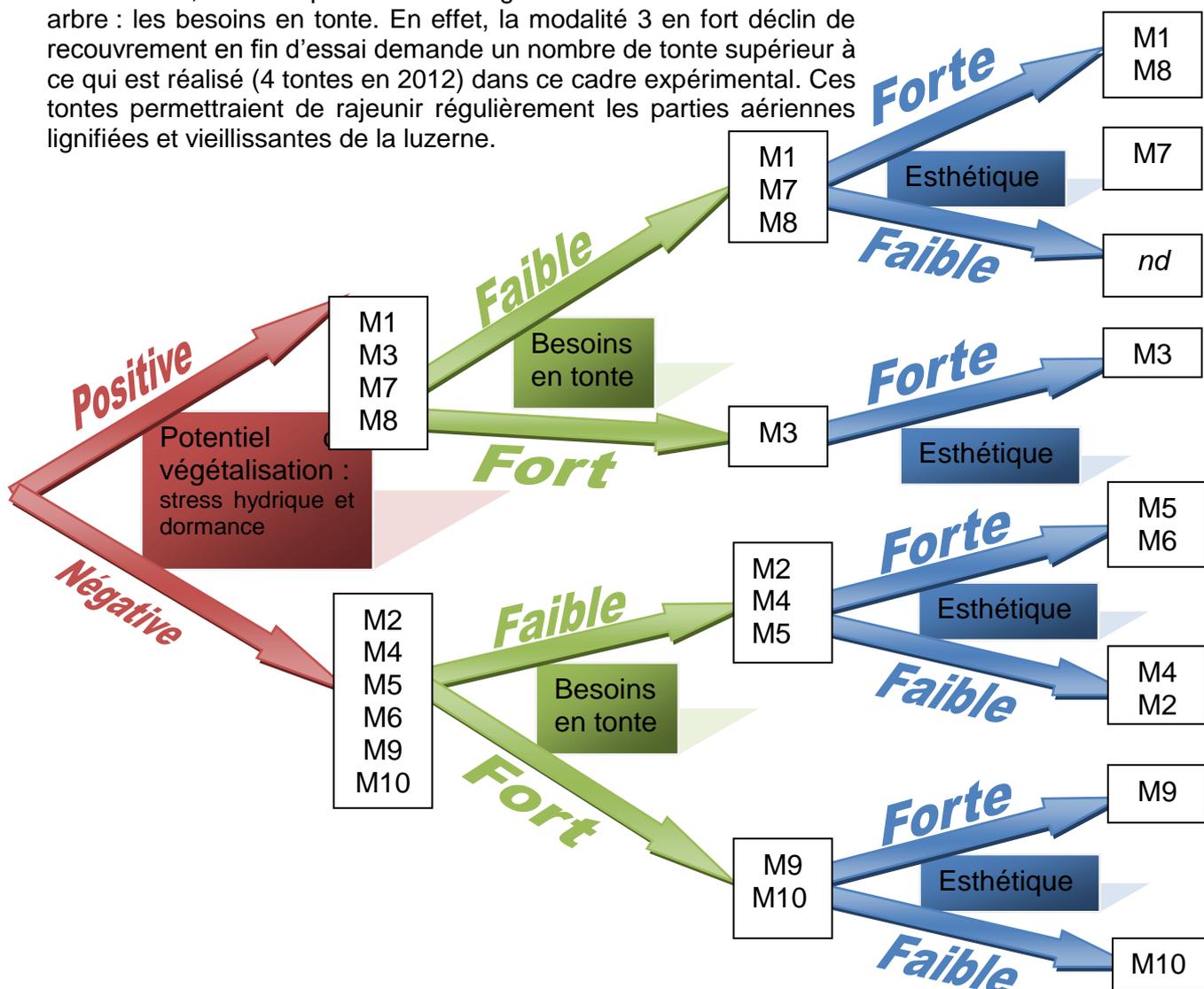


Figure 47 : Arbre décisionnel sur le choix des modalités testées

Tableau 5: Synthèse des caractéristiques et observations par modalité testée

Modalité M01	Modalité M02
<p>Développement</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Végétation verte pendant 9 périodes/10 ▪ Hauteur faible de 10 cm sous le Tram : aucune tonte ▪ Hauteur faible sur les surlargeurs : 20 cm ▪ Végétation très couvrante <p>Réponse aux stress hydriques</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Très bonne reprise après un stress hydrique ▪ Végétation jaune lors d'un stress <p>Commentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Peu de mauvaises herbes : Moins de 15% d'adventices ▪ Régularité du comportement 	<p>Développement</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coloration plutôt vert-jaune : 9 périodes/10 ▪ Hauteur faible entre 10 et 15 cm ▪ Recouvrement entre 60% et 85% avant l'été et 50% en 2013 ▪ Pas d'entomofaune présente <p>Réponse aux stress hydriques</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Très bonne réitération ▪ Pas ou peu d'effet sur le recouvrement <p>Commentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ De 5% d'adventice au début 2012 à 40% en 2013 ▪ Effet moutonnant identique à Tauzia si absence d'arrosage très régulier
Modalité M03	Modalité M04
<p>Développement</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coloration verte pendant 9 périodes /10 ▪ Hauteur élevée entre 20 et 50 cm mais tonte grâce au passage du tramway ▪ Très florifère <p>Réponse aux stress hydriques</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Effet notable,, perte de recouvrement <p>Commentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bon maintien de la hauteur par le tramway. ▪ Besoin de fauche ponctuelle pour maintenir la durée de floraison et la végétation ▪ Présence de mauvaises herbes : problème qui peut être résolu par la fourniture en placage (30-40%) 	<p>Développement</p> <ul style="list-style-type: none"> Coloration plutôt vert-jaune et marron: 4 périodes/10 Hauteur faible 8 cm Recouvrement proche de 10% Pas d'entomofaune présente <p>Réponse aux stress hydriques</p> <ul style="list-style-type: none"> Difficile à évaluer convenablement en 2012 mais apparaît insible <p>Commentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> Entre 5% et 70% d'adventices Trop contraignante en entretien Fragile : résistance au froid Dormance d'environ 5 mois

Modalité M05

Développement

- Coloration plutôt vert-jaune : 5 périodes /10
- Hauteur faible entre 9 et 12 cm (idem sous le tramway)
- Recouvrement entre 80% et 100% avant l'été et 100% fin octobre
- Pas d'entomofaune présente

Réponse aux stress hydriques

- Bonne réitération suite à un stress hydrique
- Très peu d'effet sur le recouvrement

Commentaires

- Sortie de dormance début avril (M04 début juin)
soit 4 à 5 mois
- Entre 5% et 40% d'adventices
- Exotique mais tolérante au froid (février 2012)

Modalité M06

Développement

- Coloration plutôt vert-jaune : 5 périodes /10
- Hauteur faible entre 8 et 10 cm
- Recouvrement entre 70% à 100% avant l'été et 100% fin octobre
- Pas d'entomofaune présente

Réponse aux stress hydriques

- Très bonne réitération
- Un effet sur le recouvrement à l'instant « t »

Commentaires

- Entre 20% à 70% d'adventices (dont trèfle rampant)
- Stable d'une notation à l'autre (hauteur,...)
- Très forte compétition avec *Poa annua* à *Tauzia*

Modalité M07

Développement

- Coloration plutôt vert-jaune : 8 périodes/10
- Hauteur faible entre 10 et 20 cm
- Recouvrement supérieur à 90% avant l'été et 70% printemps 2013
- Pas à peu d'entomofaune présente

Réponse aux stress hydriques

- Effet sur le recouvrement
- Réitération et redémarrage en 2013

Commentaires

- Entre 30% à 85% d'adventices (liées au *Trifolium repens*, baisse de la contamination suite à des mortalités dues au stress hydrique sur Trèfle rampant)
- Bonne complémentarité dans le recouvrement avec le trifolium repens.

Modalité M08

Développement

- Coloration généralement vert pâle pendant 9 périodes sur 10
- Hauteur faible de 10 cm sous le tramway
- Hauteur moyenne de 25 cm (fleurs des achillées)
- Alternance des floraisons des espèces du mélange

Réponse aux stress hydriques

- Effet visible du manque d'eau : impacte le développement mais induit une sélection des espèces adaptées contenues dans le mélange (sedum, thymus,...)

Commentaires

- Baisse du nombre d'adventices de 80% à 20% en début 2013

Proposition de retrait

- *Ajuga reptans*, *Cerastium arvense*, *Gypsophila repens*, *Helianthemum nummularium*, *Saponaria ocymoides*, *Stellaria holostea*.

Projet d'ajout

- *Erodium moschatum*

Modalité M09

Développement

- Coloration verte : 8 périodes/10
- Hauteur très élevée surtout dans les surlargeurs
- Trèfles très couvrant

Réponse aux stress hydriques

- Effet du stress en période estivale (manque d'eau)
- Manque de réitération: recouvrement/10

Commentaires

- Hausse du nombre d'adventices de 15% à 50% en début 201

Proposition de remplacement par d'autres Fabacées

- *Trifolium campestre* par *Hippocrepis comosa*
- *Trifolium pratense* par *Anthyllis vulneraria*

Modalité M10

Développement

- Coloration vert ponctué de jaune : 7 périodes/10
- Hauteur variable entre 7 et 80 cm
- Recouvrement proche de 80%
- Entomofaune présente

Réponse aux stress hydriques

- Très sensible
- Effet sur le recouvrement

Commentaires

- *Picris*, *Echinochloa* et *Trifolium* sont les principaux maîtres d'œuvre du recouvrement de la modalité
- Mauvais renouvellement de *Echinochloa* suite à la tonte et à l'hiver
- Hétérogène (aspect, répartition, structure,...)

ANNEXE 1 : Echelles utilisées pour les notations

Annexe 4 : Echelle et charte d'estimation de recouvrement pour végétaux

Note	Pourcentage de recouvrement	Abondance
1	1%	espèce présente mais rare
2	7%	moins de 1 individu par m ²
3	15%	au moins 1 individu par m ²
4	30%	30% de recouvrement
5	50%	50% de recouvrement
6	70%	70% de recouvrement
7	85%	fort recouvrement
8	93%	très peu de sol apparent
9	100%	recouvrement total

Phénologie	Feuilles = 0
	Floraison = 1

				Code
M Dormance		Marron avec dormance hivernale		M
M		Marron		M
JM		Jaune Marron		JM
J		Jaune		J
JV		Jaune vert		JV
VJ		Vert jaune	Vert Pale	VJ
V		Vert		V
VF		Vert foncé		VF

ANNEXE 2 : Procédure de décision pour le déclenchement de l'irrigation suite aux observations des services espaces verts de la ville de Mérignac

PROCEDURE PRISE DE DECISION DECLENCHEMENT D'IRRIGATION
SITE DE MERIGNAC

Il faut déclencher l'irrigation en fonction du flétrissement total de ces trois modalités (indiquées par des numéros sur les GLO):

Modalités	Contenu végétal	Numéros indiqués sur les GLO
MO3	Graminées et microluzerne	M3-1, M3-2 et M3-3
MO8	Mélange de dicotylédones	M8-1, M8-2 et M8-3
MO9	Mélange de Fabacées	M9-1, M9-2 et M9-3

en prenant en compte la zone entre les deux rails dès que les plantes sont fortement flétries.

Voici quelques exemples qui indiquent s'il faut avertir le GIE Fleurs et Plantes pour un déclenchement de l'irrigation :



CONTACTER le GIE Fleurs et Plantes du Sud-Ouest



Jean-Marc Deogratias ou Loïc Iffat

Tel : 05 56 75 10 91

ANNEXE 3 : Données sur les caractéristiques : physique, chimique, humique et acido-basique des trois substrats

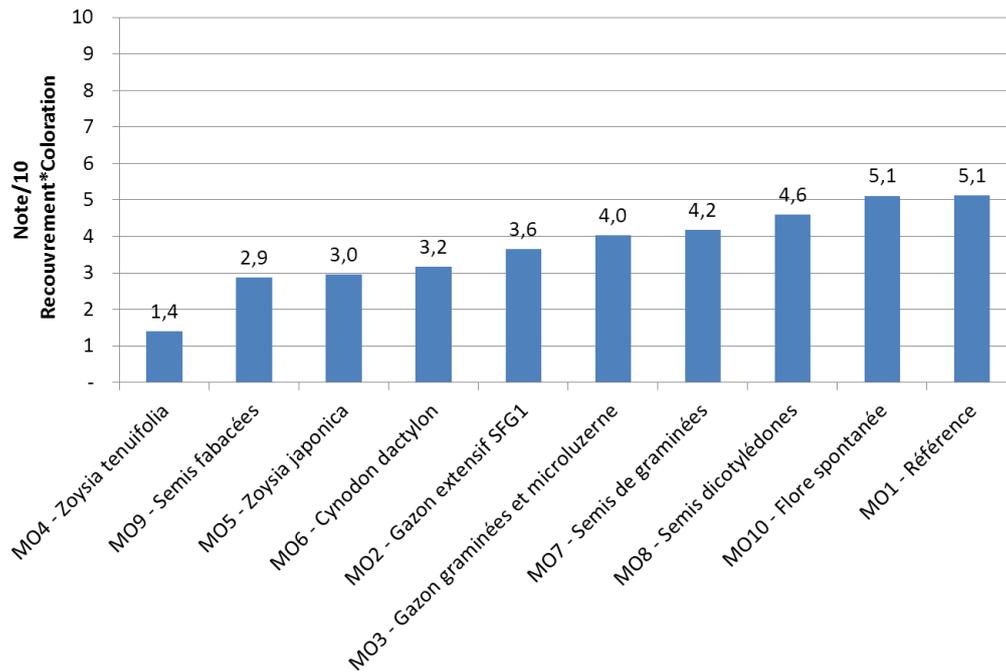
	2011			2013		
	Tauzia	Mérignac		Tauzia	Mérignac	
		Substrat 1	Substrat 2		Substrat 1	Substrat 2
Azote total (g/kg)		1,5	0,68			
Capacité de rétention (%)	13,48	17,87	25,84	11,4	12,6	20,9
Conductivité (mS/cm)	0,15			0,1	0,07	0,17
Réserve utile (en mm d'eau/cm de sol)	1,37			0,2	0,6	0,7
Point de flétrissement (%)	13,58			10,4	8,8	16,9
Matière Organique (g/kg)	76,9	36,6	34,1	37,3	35,8	48,2
Carbone Anne(g/kg)				21,7	20,8	28
pH eau	7,6	7,5	7,4	7,6	7,5	7,6
Calcaire total g/kg	10	2,69	4,38	3	3	3

ANNEXE 4 : Note comparée entre les deux substrats sur le potentiel de végétalisation.

$$\text{Note(/10)} = c \cdot R$$

Avec **c**= nombre de période « Etat-couleur » (de jaune/vert à vert foncé)
R= recouvrement en %

Note sur le potentiel de végétalisation sur le substrat 1



Note sur le potentiel de végétalisation sur le substrat 2

