

Le climat en Wallonie en septembre 2016 : sous la chaleur estivale en fin de saison.

Observations climatiques

De mi-août 2016 à fin septembre, le climat est marqué par des températures anormalement hautes et des précipitations anormalement faibles. Le vent faible a maintenu des conditions peu changeantes durant les trois premières semaines du septembre. Le rayonnement a aussi été anormalement intense.

Durant les deux dernières décennies, ces conditions climatiques chaudes, sèches et peu venteuses de mi août à fin septembre n'avaient pas encore été observées durant une période aussi longue.

Indicateurs agro-climatiques

Septembre 2016 est anormalement chaud et sec, sous l'influence d'une situation atmosphérique peu fréquente. Le rayonnement intense, les précipitations quasi nulles et la forte évapotranspiration ont élevé le déficit de saturation à un niveau de stress qui s'est maintenu depuis la dernière décade d'août à la deuxième décade de septembre.

Il s'agit d'une fin de saison particulièrement marquante pour la végétation.

1

Sommaire

Tableaux A : Observations climatiques en Wallonie	2
Analyse des observations climatiques en Wallonie	3
Tableaux B : Indicateurs agro-climatiques en Wallonie	4
Analyse des indicateurs agro-climatiques en Wallonie	5
Rappels méthodologiques	6

Patrick MERTENS – DGO3/DEMNA – Observatoire wallon de la Santé des Forêts – patrick.mertens@spw.wallonie.be - Tél : +32(0)81 626 448

Damien ROSILLON – CRAW/U11 – Réseau Pameseb – d.rosillon@cra.wallonie.be - Tél : +32(0)61 23 10 10

Tableaux A : Observations climatiques en Wallonie – septembre 2016

Tableaux A par décades (Col. 1) pour douze stations agro-météorologiques du réseau Pameseb : Moyenne de températures maximales °C (Col. 2) et minimales °C et du nombre de nuits de gelées entre parenthèses (Col. 3), moyenne de températures à 20 cm de profondeur² (Col. 4, stations de LLN, Bergeval, Chimay, Michamps, Willerzie et Ruelle) et de somme des précipitations mm (ou l/m²) (Col. 5), de vitesse du vent m/s (Col. 6) et somme d'ensoleillement³ kJ/cm² (Col. 7 Stations de LLN, Chimay, Willerzie, Ruelle et Michamps).

Observatoire Wallon de la Santé des Forêts

Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol	Précip.	Vent	Ens
1-10	23,5 ^H	13,9 ^H (0)	18,7 ^H	6,2	2,40	15,22
11-20	23,8 ^H	15,2 ^H (0)	18,5 ^H	4,7 ^B	2,17	12,97
21-30	20,6 ^H	11,7(0)	16,5 ^H	2,2 ^B	2,59	10,57
1-30	22,6 ^H	13,6 ^H (0)	18,1 ^H	13,1 ^B	2,39	38,76

Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol	Précipit	Vent
1-10	24,2 ^H	14,0^H(0)	20,2	8,4	0,58
11-20	24,2 ^H	15,2^H(0)	20,2	8,4	0,62
21-30	20,9 ^H	11,6(0)	17,2	16,2	0,53
1-30	23,1 ^H	13,6(0)	18,5	16,3	0,58

Septembre	T° Max	T° Min	Précipit.	Vent
1-10	24,5 ^H	13,8 ^H (0)	-	2,7
11-20	24,1 ^H	15,2 ^H (0)	-	3,3
21-30	21,7 ^H	11,7(0)	-	0,0
1-30	23,3	13,6(0)	-	6,9

Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol	Précip.	Vent
1-10	21,3	11,9(0)	16,5	22,4	1,89
11-20	20,1	13,4(0)	16,5	2,8	1,65
21-30	17,9	9,5(0)	13,9	1,2	2,15
1-30	20,6	12,1(0)	15,6	26,4	1,90

Septembre	T° Max	T° Min	Précip.	Vent
1-10	24,8	12,7(0)	-	4,9
11-20	24,4	14,5(0)	-	0,0
21-30	21,6	10,2(0)	-	0,1
1-30	23,6	12,5(0)	5,0	2,14

Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol	Précip.	Vent
1-10	23,1	8,4(0)	16,5	12,2	0,47
11-20	21,7	10,4(0)	16,1	4,5	0,29
21-30	19,5	6,4(0)	14,4	0,0	0,42
1-30	21,4	8,4(0)	15,7	16,7	0,39

Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol	Précip.	Vent	Ens
1-10	23,5 ^H	12,4 ^H (0)	16,8 ^H	7,9	0,86	14,63
11-20	23,2 ^H	14,1 ^H (0)	16,6 ^H	3,9 ^B	0,85	12,02
21-30	20,5 ^H	10,0(0)	14,5	0,8 ^B	0,71	11,01
1-30	22,4 ^H	12,2 ^H (0)	15,9 ^H	12,6 ^B	0,81	37,66

Septembre	T° Max	T° Min	Précipit.	Vent
1-10	24,2	12,1(0)	-	8,4
11-20	23,3	13,7(0)	-	8,1
21-30	20,9	9,9(0)	-	0,0
1-30	22,8	11,9(0)	-	16,5

Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol	Précip.	Vent	Ens
1-10	22,8 ^H	10,6 ^H (0)	16,7 ^H	11,2	1,40	6,21
11-20	21,2 ^H	11,7 ^H (0)	16,5 ^H	5,3 ^B	1,45	4,21
21-30	19,2 ^H	8,1(0)	14,2	0,3 ^B	1,34	4,35
1-30	21,0 ^H	10,2(0)	15,8	16,8	1,40	14,78

Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol	Précip.	Vent	Ens
1-10	19,6 ^H	12,4(0)	15,1	8,2	0,70	5,53
11-20	20,2 ^H	13,0 ^H (0)	14,8	6,8 ^B	0,65	9,24
21-30	17,4 ^H	9,7 ^H (0)	12,9	0,2 ^B	0,61	8,47
1-30	19,1 ^H	11,7 ^H (0)	14,3	15,2 ^B	0,65	23,24

Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol ²	Précipit.	Vent	Ens ³
1-10	23,3 ^H	12,2 ^H (0)	17,4 ^H	9,7	1,34	15,16
11-20	22,6 ^H	13,6 ^H (0)	17,2 ^H	7,6 ^B	1,26	12,17
21-30	20,0 ^H	9,7(0)	15,0	1,9 ^B	1,31	11,06
1-30	22,0 ^H	11,9 ^H (0)	16,5 ^H	16,5 ^B	1,33	38,38

Wallonie : moyenne des stations « Pameseb »

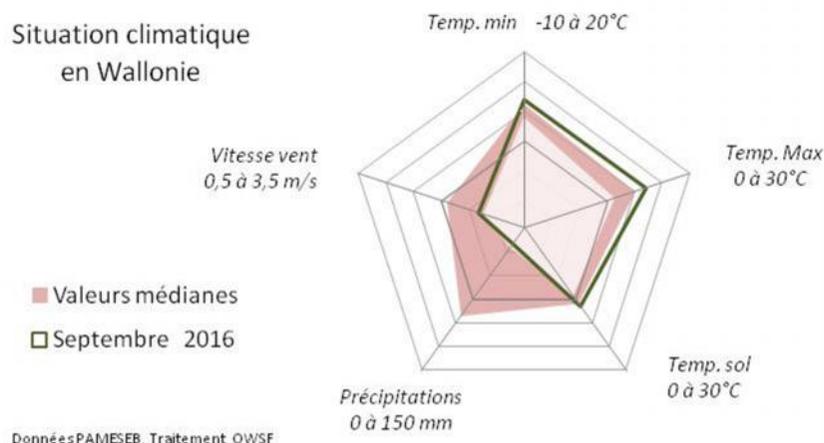
Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol	Précip.	Vent
1-10	24,0	11,4(0)	17,0	11,0	1,30
11-20	22,6	13,1(0)	17,0	14,0	1,62
21-30	20,0	8,4(0)	15,0	0,7	1,46
1-30	22,2	11,0(0)	16,3	25,7	1,46

Septembre	T° Max	T° Min	T° Sol	Précip.	Vent	Ens
1-10	23,6 ^H	12,5 ^H (0)	18,0 ^H	12,6	1,04	15,63
11-20	22,8 ^H	13,3 ^H (0)	17,6 ^H	14,0 ^B	0,96	11,51
21-30	20,2 ^H	9,7(0)	15,4	0,7 ^B	0,95	11,59
1-30	22,2 ^H	11,8(0)	17,0 ^H	27,3^B	0,98	38,73

Analyse des observations climatiques en Wallonie – septembre 2016 :

Tendances thermiques

- En septembre 2016, les températures mensuelles maximale (22,0°C) et minimale moyennes régionales (11,9°C) se situent au-dessus de la limite maximale de la bande des tendances médianes. Cette moyenne élevée résulte des hautes températures minimales et maximales de la deuxième décennie (11-0/09) qui dépassent cette limite supérieure de 3,0°C. De plus, les maxima dépassent cette limite de 1,6°C durant la première décennie.
- La station de Haut-le-Wastia est la plus chaude au niveau des maxima (23,6°C) et celle de Feluy au niveau des minima (13,6°C). A Willerzie, les maxima (19,1°C) et à Bergeval dans une vallée ardennaise, les minima (8,4°C) sont les plus bas.
- La différence entre les maxima et minima mensuels est en moyenne de 10,1°C. A Elsenborn, l'amplitude décadaire est la plus basse (6,7 à 9,3°C). C'est à Bergeval que ces amplitudes (13,0 à 14,6°C) sont les plus prononcées.
- Pas une seule nuit de gelée n'est enregistrée.
- En septembre 2016, la température à 20 cm de profondeur dans le sol est en moyenne de 16,5°C. Cela correspond à un refroidissement moyen de -1,1°C en un mois. La température dans le sol dépasse de +0,6°C la limite supérieure de la bande médiane mensuelle. L'écart est particulièrement marqué durant la deuxième décennie (11-20/09) avec +1,4°C. Il varie de +0,2 à +0,5°C respectivement durant la dernière et la première décennie. L'effet de réchauffement n'est donc que très passager.
- A Feluy, les moyennes de la température dans le sol sont régionalement les plus élevées (17,2 à 20,2 °C). A Willerzie, la température du sol est la plus faible (12,9 à 15,1°C). L'écart entre ces extrêmes décennaires varie de 4,3 à 5,1°C.

Situation climatique en Wallonie

- Le rayonnement solaire de septembre 2016 (38,38 kJ/cm²) dépasse la limite supérieure des tendances médianes. Cette forte intensité de rayonnement est observée sans interruption depuis la dernière décennie d'août (21/08/16).

Tendances pluviométriques

- La moyenne régionale de précipitations cumulées de septembre 2016 de 16,5 mm se situe en-dessous dans la tendance peu pluvieuse de la médiane. Les précipitations sont quasi absentes durant la dernière décennie (21-30/09/16).
- La valeur est la plus élevée à Ruette (27,3 mm). A Haut-le-Wastia, les précipitations sont minimales (5,0 mm). Ailleurs, les précipitations sont intermédiaires, entre 7 et 26 mm (Tableau A).

Tendances éoliennes

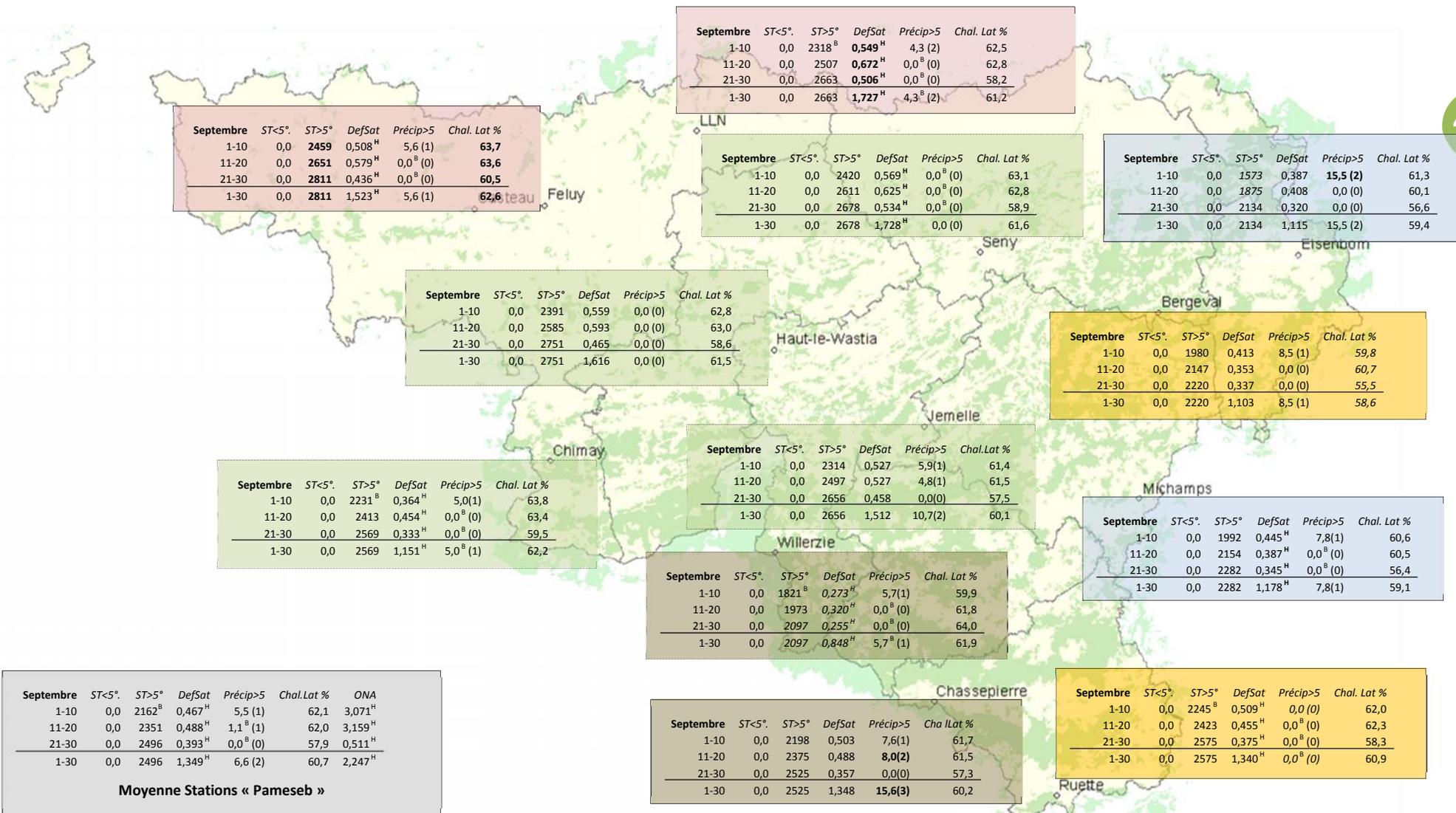
- La vitesse du vent (1,33 m/s) est inférieure à la tendance médiane. Les trois décennies ont présenté la même tendance de temps anormalement calme.
- La station la plus venteuse est LLN (2,39 m/s). A Bergeval, la vitesse du vent a été moindre (0,39 m/s).

Tendances historiques

La Figure centrale de cette page illustre pour septembre 2016 une situation climatique très anormale. Les températures sont fort élevées pour cette fin d'été, se rapprochant de celles qui s'observent en août et du mois de septembre 2006. Les faibles précipitations sont aussi notoires ; des valeurs proches ont été observées en septembre 2003 et 2006. Ce temps anormalement chaud et sec s'est maintenu grâce au temps très calme de ce mois. La faible couverture nuageuse a favorisé un fort ensoleillement, également anormalement élevé.

Tableaux B : Indicateurs agro-climatiques en Wallonie – septembre 2016

Tableaux B par décades (Col. 1) pour douze stations agro-météorologiques du réseau Pameseb : Sommes des degré-jour par décade de températures <5°C (Col. 2) et >5°C (Col. 3), du déficit de saturation en kPa (Col. 4) et des précipitations journalières >5 mm (ou l/m²) (Col. 5) et de % moyen de la chaleur sensible (Col. 6).

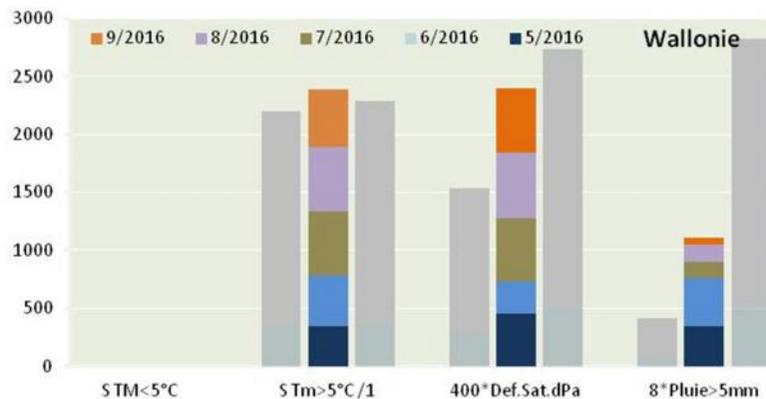


Analyse des indicateurs agro-climatiques en Wallonie – septembre 2016 :

Dès septembre, la pleine saison de croissance touche à sa fin, par une induction à l'état de dormance des végétaux. Tout maintien de la surface foliaire en octobre accroît la mise en réserve de substances élaborées qui seront métabolisées au printemps suivant. La longueur du cycle foliaire sera influencée par l'occurrence de sécheresses ou de gelées précoces. La durée du jour se réduit rapidement, de 11h40' en fin septembre à 9h45' en fin octobre.

Les températures atmosphériques baissent rapidement, avec une décroissance moins rapide dans le sol. Le sol émet un rayonnement terrestre qui freine le refroidissement automnal. Les précipitations durant cette fin de saison sont fréquemment faibles. Un cumul de sécheresses estivale et automnale peut provoquer des pertes précoces de la surface foliaire.

Compte tenu de ce qui est attendu pour cette période de l'année, l'analyse qui suit permet d'apprécier la situation de septembre 2016.

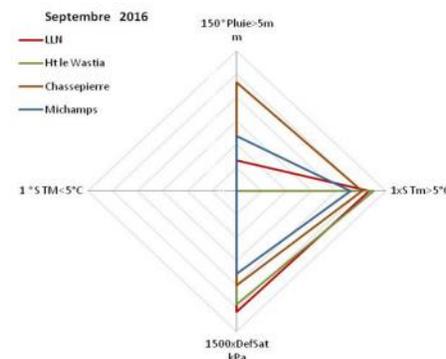


Tendances agro-thermiques

- Le **refroidissement cumulé (S TM<5°C)** moyen n'a pas changé depuis avril 2016. Les températures maximales sont toujours supérieures à 5°C, même en Ardenne froide. Cet indicateur n'est normalement pas pertinent sous nos latitudes pour décrire la situation agroclimatique des mois allant de mai à septembre.
- Le cumul du **réchauffement (S Tm>5°C)** en septembre 2016 est en moyenne de

2496°C (moyenne de 12 stations). Par rapport aux tendances historiques (9 stations sur la Fig. de la première colonne), le cumul de réchauffement des 5 derniers mois dépasse pour la première fois en 2016 de +83°C le niveau maximum de la tendance médiane des deux dernières décennies.

- Ce **réchauffement** (+497°C) se répartit durant tout le mois. Il se manifeste de manière homogène en Wallonie.
- Le **réchauffement cumulé** en septembre 2016 varie de 2097°C à Willerzie à 2811°C à Feluy. Les augmentations correspondantes sont respectivement de +366°C et de +543°C.
- La moyenne décadaire de la **chaleur latente** de septembre 2016 varie de 55,5 à 63,8 % au niveau décadaire. La moyenne mensuelle régionale est de 60,7% ; elle se situe dans les valeurs attendues pour un mois d'août ; bien au-delà des



tendances médianes de septembre.

- La baisse rapide de la chaleur latente de la dernière décade (21-30/9/16) est expliquée par le retour à des températures saisonnières plus basses que celles observées durant les deux décades précédentes.
- La Chaleur latente minimale mensuelle est observée à Bergeval (60,2%) et maximale à Ruette (64,9 %).

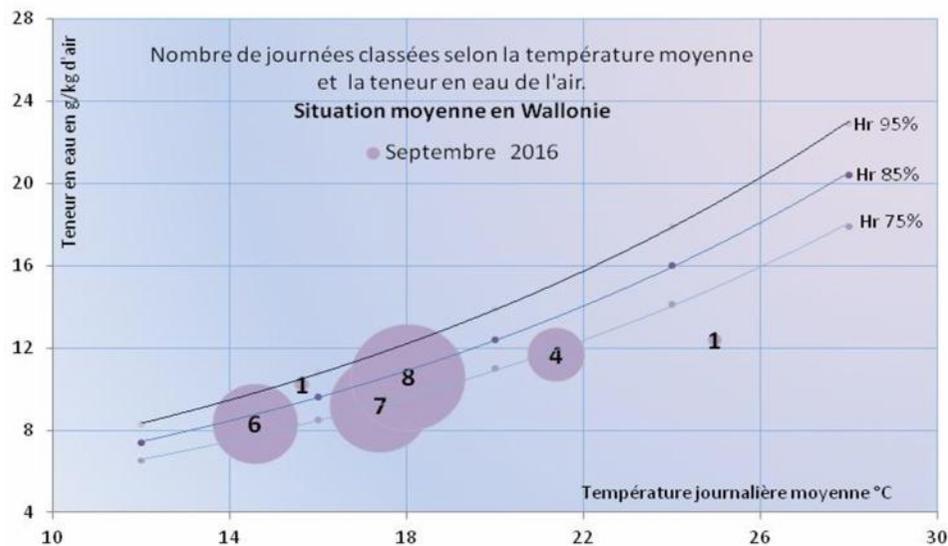
Dans cette station, une baisse de chaleur latente a été observée entre la deuxième et troisième décade ; la précipitation effective y est très faible.

Tendances agro-hydriques

- La moyenne régionale mensuelle du **déficit de saturation hydrique (DefSat)** de septembre 2016 est de 1,349 kPa. Ce total résulte d'un déficit anormalement élevé durant tout le mois. Le surplus observé est supérieur à 40%.
- Le déficit de saturation est le plus élevé à LLN.
- La somme du déficit de saturation des cinq derniers mois se situe encore dans

la tendance médiane des 20 dernières années (1995-2014).

- Les **précipitations arrivant au sol** (Pluie > 5 mm, moyenne ≈ 6,6 mm) sont tombées durant une moyenne de deux jours, majoritairement durant la première décade (1-10/09/16). Ce total très bas est proche de la limite inférieure de la tendance médiane (6,6 mm).
- Elles sont mensuellement les plus importantes à Chassepierre 15,6 mm en 3 jours. Elle est nulle dans trois stations.
- Ce cumul des 5 derniers mois est médian, mais la dernière valeur mensuelle est clairement inférieure aux quatre autres.



Cette Figure illustre la situation moyenne régionale de septembre 2016 avec 22 jours entre 14 et 20°C. Durant neuf jours, les températures moyennes journalières ont atteint plus de 20°C avec une journée exceptionnelle à plus de 25°C et une

faible teneur en humidité de l'air (65%). Le taux d'humidité de l'air n'atteint que 8-13 g/kg vapeur d'eau. Trois journées correspondent à une température moyenne de 8-12°C.

L'indice atmosphérique ONA

L'indice atmosphérique ONA reflète une situation rare. La valeur journalière observée est toujours supérieure à +1,9 durant les deux premières décades (1-20/09/16). Les moyennes décadaires de cette période sont proches de 3,1 et anormalement très élevées. Le maximum journalier de 4,55 est atteint le 13 septembre.

Il est intéressant de constater que cette permanence inhabituelle de hautes valeurs de cet indice correspond à un temps anormalement peu venteux décrit dans l'analyse climatique. Durant la dernière décade, le retour aux valeurs moins extrêmes est constaté mais en restant au-dessus des valeurs médianes.

Les masses d'air ont donc été « maritimes » mais avec un très faible ressenti à cause d'une vitesse de vent anormalement basse.

Septembre 2016 est anormalement chaud et sec, sous l'influence d'une situation atmosphérique peu fréquente. Le rayonnement intense, les précipitations quasi nulles et la forte évapotranspiration ont élevé le déficit de saturation à un niveau de stress aérien qui s'est maintenu depuis la dernière décade d'août à la deuxième décade de septembre.

Il s'agit d'une fin de saison particulièrement marquante pour la végétation. Le stress hydrique s'est très probablement manifesté sur les sols à faible réserve utile dès la deuxième décade de septembre 2016.

Rappel méthodologique

les limites des Directions Forestières du DGO3-SPW.

Au moins deux stations représentent chacune des quatre principales classes du climat régional : l'*Ardenne dite froide* est représentée par les stations d'Elsenborn et de Michamps (fond bleu des tableaux), l'*Ardenne dite chaude* (fond brun) par les stations de Chassepierre

Réseau d'observations climatiques 2016

L'ensemble des observations climatiques 2016 provient de 12 stations du réseau agro-météorologique Pameseb. Leur localisation est donnée sur le fond de carte des tableaux A (Page suivante). Cette carte représente en vert les principaux massifs boisés de Wallonie et

et Willerzie, le climat du *Nord du sillon Sambre-et-Meuse* par les stations de Feluy et de Louvain-la-Neuve (fond rosé) et la région de *Transition* par les stations de Haut-le-Wastia, de Jemelle, de Seny et de Chimay (fond vert). Les deux autres stations sont particulières, d'une part des conditions de climat de fonds de vallée à Bergeval et d'autre part des côtes chaudes de Gaume, à Ruelle (fond jaune).

Variables décrites dans l'analyse des observations météorologiques (Tableau A).

Les variations thermiques (col. 2 à 4) sont décrites par les moyennes par décennie et par mois des températures maximales et minimales de l'air et la température à 20 cm de profondeur dans le sol. Le rayonnement est aussi donné pour quatre stations en KJ/cm² (col. 7). La variation hydrique est décrite par la somme des précipitations par décennie et par mois en mm (ou l/m²) (col. 5). La situation éolienne moyenne est décrite par la vitesse du vent en m/s (col. 6 à multiplier par 3,6 pour la conversion en Km/h).

Dans le tableau de la situation moyenne pour la Wallonie (fond gris), les températures aériennes (maximales et minimales), les précipitations et la vitesse du vent sont les moyennes de 12 stations. Le rayonnement est la moyenne du total des cinq stations et la température du sol la moyenne de sept stations. Ces deux dernières variables ne nécessitent pas autant de stations de mesure. Elles sont géographiquement moins variables que la précipitation, les températures de l'air et de la vitesse du vent.

Indicateurs décrivant les variations agro-climatiques (Tableau B).

Les variations agro-climatiques sont décrites pour évaluer l'impact du climat courant sur les processus écophysologiques du biotope végétal. Ces variables doivent permettre de comprendre les activités saisonnières de croissance et de développement.

Les variables *agro-thermiques* calculées sont :

- ST<5°(Col. 2) : somme des températures des jours dont le maximum est inférieur à 5°C pour la période allant de début juin à fin mai. Cette valeur est indicatrice pour les réactions de vernalisation et de levée de dormance. Les mois essentiels de lecture de cet indicateur de froid vont de septembre à décembre (ou janvier) ;
- ST>5°(Col. 3) : somme des températures des jours dont le minimum est supérieur à 5°C pour la période allant de début janvier à fin décembre. Cette valeur est indicatrice pour l'activation de la croissance notamment pour le débournement des bourgeons. Les mois essentiels de lecture de cet indicateur de chaleur vont de février à juin ;
- Chal. Lat % (Col. 6) A* : pourcentage de l'énergie de vaporisation par rapport à l'énergie globale du système (enthalpie) ; elle mesure la part du rayonnement transformée dans les processus d'évapotranspiration (Voir calcul A*).

Les variables *agro-hydriques* sont :

- Def Sat (Col. 4) : déficit de saturation moyen par décennie qui mesure la différence de pression de vapeur entre l'état actuel d'humidité et l'état de saturation. Cette variable indique l'état de stress hydrique de l'environnement (Voir calcul B*) ;
- Précip>5mm (ou l/m²) (Col. 5) : somme des précipitations journalières supérieures à 5 l/m² multipliée par 0,7 pour évaluer les précipitations qui arrivent effectivement au niveau du sol lorsqu'il y a un couvert végétal.

Graphique mensuel de synthèse des observations climatiques

Le graphique mensuel est constitué d'une toile à cinq axes pour situer les moyennes mensuelles de températures aériennes minimales et maximales, la température du sol, la somme des précipitations et de la vitesse du vent, en valeurs relatives par rapport aux tendances médianes(*) des deux dernières décennies. Les échelles sont identiques pour toute l'année et décomposées en six graduations. Les valeurs minimales et maximales sont spécifiques à chaque axe et sont indiquées en dessous de la variable. La droite montre les valeurs mensuelles et les zones colorées indiquent les tendances mensuelles médianes(*) pour la Wallonie. Lorsque la droite mensuelle s'écarte de la zone colorée, les observations sont considérées comme basses, hautes ou très haute (si le point mensuel se trouve en dehors des limites du graphique).

Le nombre moyens de jours correspondant à la relation température-humidité fait l'objet d'un graphique spécifique pour les mois estivaux. Il est constitué d'un axe horizontal de température moyenne journalière (°C) et d'un axe vertical de teneur en vapeur d'eau de l'air (g/kg d'air).

- La gamme de la température journalière moyenne va de 12 à 32°C, en cinq classes de 4°C. Les lignes verticales du graphique les moyennes par classes (14, 18, 22, 26 et 30°C) ;
- La gamme d'humidité de l'air exprimée en g de vapeur d'eau par kg d'air va de 8 à 24 g/kg, en cinq classes d'intervalle de 4g/kg d'air. Les lignes horizontales du graphique ci-après indiquent les moyennes par classes (8, 10, 16, 20, 24 g/kg).
- Afin de prendre référence par rapport à la variable traditionnelle d'humidité relative de l'air (Hr), trois courbes sont représentées, du bas vers le haut ; celles de 75%, de 85% et de 95% d'humidité relative.
- Le diamètre des cercles représentés sont proportionnels au nombre de jours correspondant aux situations mensuelles observées. La valeur est lue au centre du cercle.

Graphiques mensuels des indices agro-climatiques.

Deux graphiques décrivent la situation agro-climatique. Le premier représente sous la forme de barres cumulées pour les cinq derniers mois, les sommes mensuelles de déficit de saturation (Def.Sat) en kPa, la somme des températures des jours dont le minima est supérieur à 5°C ($S_{Tm} > 5^{\circ}\text{C}$), et des jours dont le maxima est inférieur à 5°C ($S_{TM} < 5^{\circ}\text{C}$) et de 70% des précipitations des jours à plus de 5 l/m². Il visualise les effets des cinq derniers mois, le plus récent se situe dans le haut des barres cumulées. De chaque côté en couleurs éclaircies de la barre centrale se réfèrent les valeurs respectives correspondantes à 25% et 75% des observations 1995-2014.

Le deuxième graphique illustre les variations régionales de ces mêmes variables pour le dernier mois d'observations, sur base des stations de LLN (rouge), Ht-le Wastia (vert), Chassepierre (brun) et Michamps (bleu). Il visualise les différences agro-climatiques régionales.

Situation atmosphérique générale

La situation atmosphérique générale est donnée par l'indice ONA qui est un facteur climatique déterminant à l'échelle régionale car il dépend de la trajectoire des anticyclones et dépressions qui touchent l'Europe de l'Ouest. Cette influence est particulièrement significative en Wallonie par temps turbulent, permettant au vent continentaux (ONA < -1,1) ou maritime (ONA > 1,1) d'arriver sur cette région. L'indice ONA est particulièrement pertinent entre la fin de l'automne et la fin du printemps.

Les valeurs décennales et mensuelles moyennes sont indiquées dans le tableau moyen de Wallonie (Col.7). (source : <ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/cwlinks/norm.daily.nao.index.b500101.current.ascii>)

(*Tendances médianes

Les tendances médianes sont calculées sur base d'une période de 20 ans (1995-2014). La tendance modale ou médiane correspond à la variation de 50 % de la série croissante des 20 valeurs, en prenant comme limites les 5 et 15 valeurs (deuxième et troisième quartiles). Une observation au dessus de la 15^{ième} valeur sera considérée comme haute^H et en dessous de la 5^{ième} comme basse^B.

A* Calcul de la *chaleur latente* (et sensible)

Le rayonnement net arrivant dans la couche atmosphérique augmente la température de l'air qui peut être plus ou moins humide. Par définition, ce changement de température permet d'évaluer la *chaleur sensible*. Pour chauffer de l'air sec entre 0 et 50°C en conditions atmosphériques normales, il faut 1,009 kJ par kg d'air et par degré d'élévation d'un degré de température

L'air ambiant contient de la vapeur d'eau. Une part importante du rayonnement net est aussi utilisée pour augmenter la teneur en vapeur d'eau dans l'air. L'augmentation de température de l'air accroît en effet sa capacité de rétention de vapeur d'eau. Par exemple à 90 % d'humidité relative, cette capacité double entre 10 et 20°C. Cette vaporisation d'eau correspond à la *chaleur latente* du rayonnement. La vaporisation d'eau dans l'air est très énergivore, 2 501,6 kJ par kg de vapeur d'eau.

Les valeurs utilisées pour le calcul des équations d'évaluation de la pression de saturation ont été lues dans le tableau présenté sur le site : http://www.devatec.com/pdf/Bases_de_lhumidification.pdf. Les équations appliquées sont (Eq 1°) :

$z = 3,98 \exp(0,064 \text{ Temp})$; pression de saturation = $-0,0028 z^2 + 1,1004 z - 0,541$;
pression réelle = pression de saturation / 100 * humidité relative - $0,0048 \exp(0,1236 \text{ Temp})$.
Ces équations ont été validées pour les températures allant de 1 à 40 °C

Les variables de vitesse du vent et de pression atmosphérique ne seront pas pris en compte dans le calcul par décade, compte tenu du fait qu'ils sont déjà pris en comptes indirectement dans les mesures physiques d'humidité relative moyenne et de températures et qu'entre-décades ces moyennes sont comparables.

B* Calcul du *déficit de saturation*

La pression de saturation en vapeur d'eau de l'air est calculée selon les équations (Eq 1) ci-dessus. Après avoir validé la méthode, la procédure de calcul adoptée tient compte des valeurs moyennes décennales de températures minimales et maximales et de l'humidité relative. La différence de saturation entre la pression maximale possible et la valeur réelle est calculée pour la température maximale que minimale. La valeur retenue est la moyenne de ces deux situations thermiques. Ces valeurs décennales sont ensuite cumulées au niveau du mois.