

Effet de la température seuil de développement sur la répartition géographique d'une variété

De l'adaptation de R583 dans la zone des Hauts sous le vent de La Réunion

Christophe Poser⁽¹⁾, Laurent Barau⁽²⁾, Marion Lecaille⁽³⁾,
Mickaël Mézino⁽⁴⁾, Françoise Ruget⁽⁵⁾

- (1) Cirad. UR SCA, Station de La Bretagne - BP 20 - 97408 Saint-Denis Messagerie Cedex 9 - La Réunion poser@cirad.fr
- (2) eRcane, 40 route Gabriel Macé, BP 315 97494 Saint Clotilde - La Réunion. barau@ercane.re
- (3) Cirad. UR SCA / Université Montpellier 3 marionlec@gmail.fr
- (4) Cirad. UR SCA, 7 Chemin de l'Irat, Ligne Paradis 97 410 Saint Pierre - La Réunion mickael.mezino@cirad.fr
- (5) INRA, EMMAH Domaine Saint-Paul - Site Agroparc 84914 Avignon cedex 9 francoise.ruget@avignon.inra.fr

Résumé

A La Réunion, de nouvelles variétés sélectionnées pour des environnements contraints, notamment vis-à-vis de températures basses font la preuve de leur meilleure adaptabilité en produisant plus de biomasse dans les Hauts de l'île.

La dynamique de levée de populations homogènes de boutures d'un seul bourgeon a été étudiée et caractérisée en chambres climatiques à différentes températures constantes, pour trois variétés contrastées. La levée des boutures en fonction du temps est plus rapide et plus complète pour la variété R583, qui est connue pour être mieux adaptée aux basses températures que pour R570 et R577.

Se basant sur l'hypothèse d'une température seuil de fonctionnement plus basse, une simulation des durées de débourrement-levée est réalisée par zone, sur la côte Ouest de La Réunion à partir de données climatiques des 10 dernières années. Un écart de 2 degrés sur le seuil montre l'importance relative de ce paramètre sur la date de levée, ce qui laisse supposer une faculté de la plante à s'implanter plus rapidement.

Un parallèle est fait entre les limites géographiques obtenues, où l'implantation à dire d'expert est possible au vu du temps nécessaire en jour pour la levée et celles qu'illustrent les zones effectives récentes de plantations de la variété R583.

La bonne implantation d'une variété, sans garantir une meilleure production finale en biomasse et en sucre, représente un atout indéniable dans l'implantation de la culture, notamment pour la compétition vis-à-vis de la flore adventice.

L'outil de cartographie, associé utilisant les nombreuses données météorologiques disponibles, a permis d'illustrer l'effet de 2 valeurs de températures seuils sur la durée nécessaire à la levée.

Mots clefs : Sélection variétale, basse température, levée-débourrement, germination, température seuil, canne à sucre, R583.

Introduction générale

La culture de la canne à sucre à La Réunion se distingue par une grande diversité de conditions pédoclimatiques. Ainsi, elle est plantée depuis le niveau de la mer jusqu'à des zones de culture atteignant les 1 000 mètres d'altitude, et bénéficie de pluviométries annuelles de 600 à plus de 4 000 mm. Une zone en particulier cumule des altitudes élevées et une faible pluviométrie, sans bénéficier de l'irrigation : les Hauts de l'Ouest. Deux variétés sélectionnées dans des conditions différentes y sont cultivées majoritairement. En 2008, eRcane a libéré la variété R583, sélectionnée dans les Hauts de l'Ouest, et spécifiquement adaptée à cette zone. Elle a un meilleur rendement par rapport aux variétés commerciales R570 et R577.

Les meilleures performances de la variété R583 dans les Hauts de l'Ouest s'expliquent-elles par une meilleure adaptation générale aux basses températures ? En particulier, quel serait l'effet d'une température seuil de fonctionnement plus basse, qui s'illustrerait dès la levée ?

1. Contexte & Problématique

La consommation mondiale de sucre est en augmentation. La part relative de production de sucre à partir de canne au regard d'autres plantes saccharifères ne cesse d'augmenter pour passer de 2/3 à 3/4. De plus, les valorisations de productions autres que le sucre sont en augmentation grâce aux produits énergétiques de substitution à l'énergie fossile (éthanol, biogaz) ou divers (pharmaceutique, chimie verte...) de mieux en mieux rémunérés. De ce fait, les surfaces sous culture sont en extension et s'étalent maintenant vers des milieux divers et parfois sous contraintes. A La Réunion notamment, mais aussi en Argentine (Romero, 2005), au Mexique, en Inde ainsi qu'en Afrique du Sud, la canne est cultivée en altitude.

La culture, installée pour plusieurs cycles de récolte (5 à 15, parfois 20) se trouve en compétition avec des adventices qui se sont adaptées naturellement dans le temps et qui ont développé des stratégies de conquête de l'espace. Dans ces milieux, l'implantation d'une nouvelle culture en concurrence avec les espèces végétales existantes, est la première étape du cycle et, par cela, elle est déterminante.

1.1. Les Hauts sous le vent, une zone de contraintes

L'étude se restreint aux Hauts de l'Ouest, aux zones potentiellement agricoles au dessus de 600 mètres de la zone sous le vent, côte Ouest et Sud (Figure 1).

Cette zone de production représente 26 % de la sole cannière. Les rendements sont plus faibles pour cette zone de contraintes principalement climatiques : température plus basse, ensoleillement réduit, apports en eau irréguliers et mal répartis.

Localisation des cultures de Cannes



Figure 1. Limites des Hauts de la Réunion

Les Hauts sont confrontés à des températures relativement fraîches, particulièrement durant l'été austral (Figure 2). La différence de températures moyennes minimales interannuelles décennales sur les 10 dernières années entre les relevés d'une station météorologique des Hauts de l'Ouest (Les Colimaçons : 800 m) et une station située sur le littoral (La Mare : 10 m) est de l'ordre de 6°C.

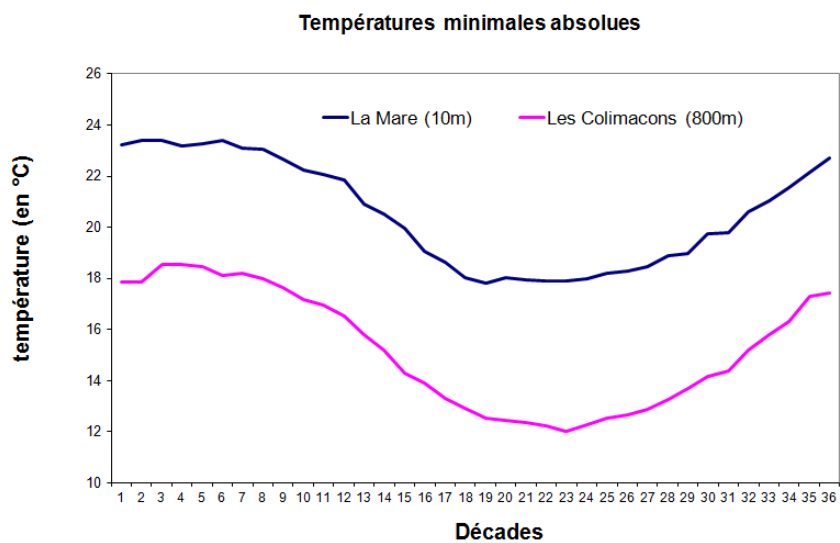


Figure 2. Moyenne décennale des températures minimales sur 10 ans pour les stations météorologiques des Colimaçons (800 m) et La Mare (10 m).

Les précipitations pour les Hauts sont caractérisées par leur répartition déséquilibrée (de 0 à 10 mm pour les décades les plus sèches à plus de 100 mm pour les plus pluvieuses selon des données sur trente ans (Vivet J.B., 2005) sur l'année et leur irrégularité d'une année sur l'autre. Durant certaines périodes de l'année, les précipitations ne suffisent pas à compenser l'évapotranspiration. Ces périodes de déficit hydrique ne sont pas propices à la plantation.

La présence de masses nuageuses renforcé par l'effet de foehn va concentrer les nuages sur les Hauts réduisant ainsi le rayonnement solaire disponible pour les plantes qui peuvent être privées jusqu'à 30 % du rayonnement journalier comparé à la zone littorale.

Outre les contraintes climatiques qui pénalisent la culture de la canne à sucre dans les Hauts de l'Ouest, il existe une forte concurrence avec les adventices toujours mieux adaptées aux contraintes thermiques et radiatives de ces zones.

1.2. De nouvelles variétés mieux adaptées

Jusqu'alors la sélection variétale ne permettait pas de sélectionner des variétés adaptées aux zones d'altitude. Le programme de sélection se réalisait majoritairement sur le site de la Bretagne, une zone littorale irriguée. Aujourd'hui encore, les deux variétés dominantes dans les Hauts de l'Ouest sont R570 et R577, toutes deux sélectionnées à La Bretagne (Figure 3).

La variété R570, libérée par le C.E.R.F. (Centre d'Essai de Recherche et de Formation, devenu eRcane en 2009) en 1978 est une variété rustique, avec une zone d'adaptation assez large, mais qui est déconseillée au-delà de 550 mètres d'altitude dans l'ouest. Toutefois, les planteurs l'ont plébiscitée au point de la planter sur la quasi-totalité de l'île au début des années 1990. Elle reste aujourd'hui encore une des deux variétés dominantes dans la zone des Hauts de l'Ouest, avec R577, conseillée elle aussi sur la même zone pour sa tolérance à la sécheresse et libérée en 1987. Elle reste aujourd'hui fréquemment plantée sur la sole cannière des Hauts (Figure n°3).

Depuis le début des années 90 et l'ouverture de la station de sélection de Vue-Belle dans les Hauts de l'Ouest, l'objectif est de sélectionner des variétés spécifiquement adaptées aux contraintes de la zone. Le schéma de sélection d'eRcane durant 15 ans, la première variété issue de cette station a été libérée en 2008.

Localisation des variétés
en 2011

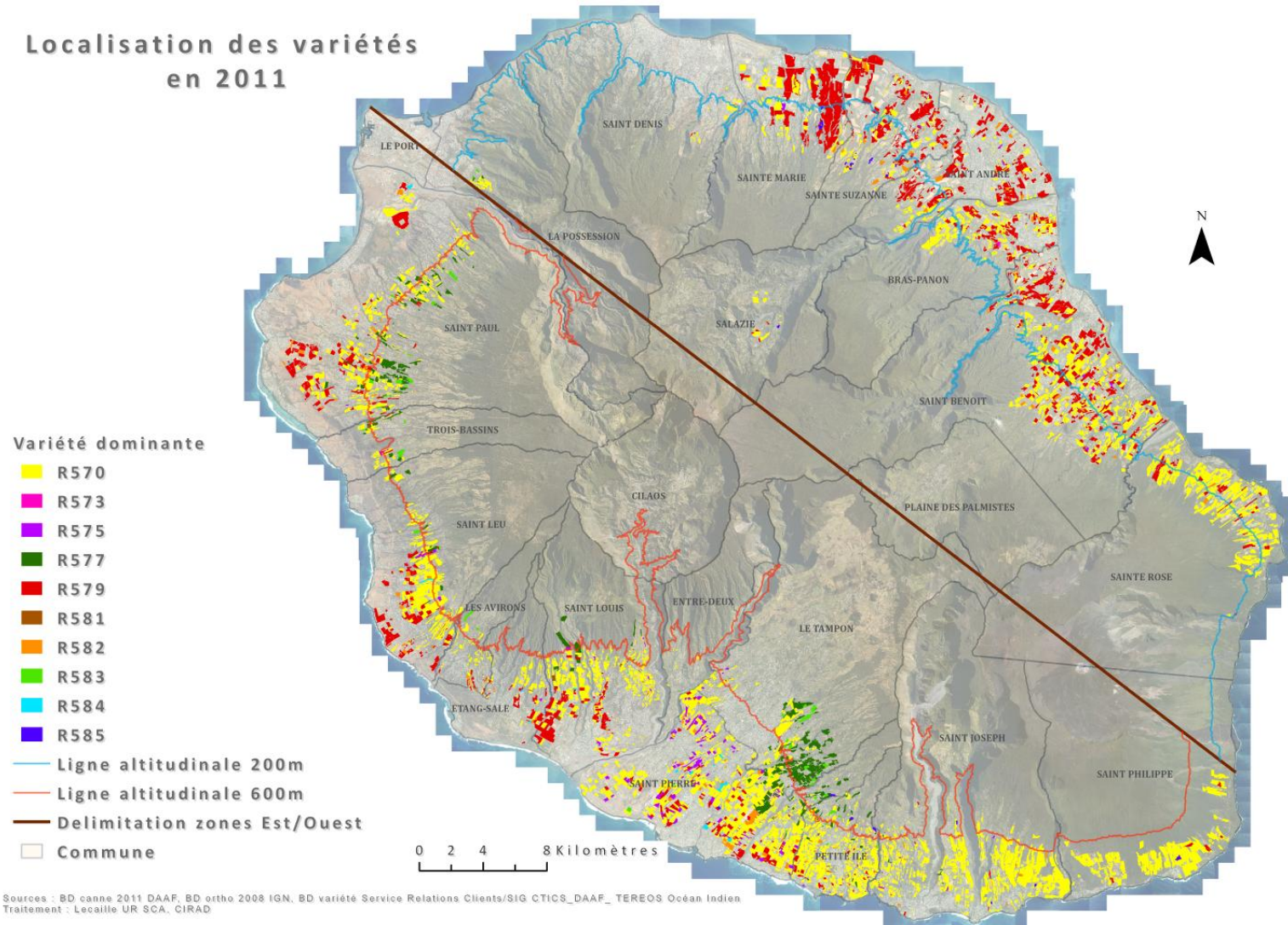


Figure 3. Zone d'étude et statut variétal du parcellaire cannier de La Réunion

La variété R583, née du croisement entre R575 et la variété hawaïenne H72/8597 a commencé son cycle de sélection en 1992 sur la station de sélection eRcane de Vue-Belle située à La Saline-Les-Hauts, dans les Hauts de l'Ouest (700 m d'altitude, 900 mm de pluie par an, conditions pluviales). Première variété libérée sur cette station de 30 hectares ouverte à la fin des années 1980, elle est spécifiquement adaptée aux zones d'altitude sèches des Hauts de l'Ouest. C'est une variété ayant une très forte vigueur végétative, même dans des conditions fraîches. Elle présente un très fort rendement en cannes par rapport aux variétés R570 et R577 et en sucre extractibles supérieur de 33 % comparé à R577 (Figure 4).

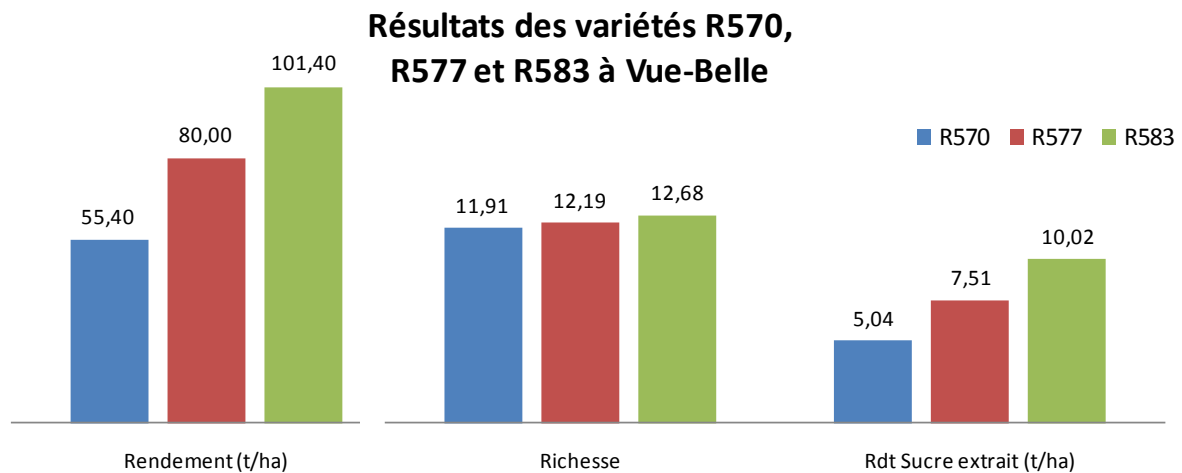


Figure 4 : Performances des variétés R570, R577 et R583 dans un essai régional d'eRcane à Vue-Belle (résultats sur une vierge et 2 repousses)

Ces bons résultats de R583, par rapport aux variétés R570 et R577 ont entraîné une rapide diffusion de la variété (Carocanne, décembre 2010). Au cours des trois dernières campagnes de plantation de 2009 à 2012, les planteurs ont choisi R583 sur plus de 150 ha représentant 34% des surfaces replantées des Hauts sous le vent contre 40% et 21% respectivement pour R577 et R570 (Figure 5).

Les grands processus du développement de la canne à sucre se caractérisent par le débourrement, qui permet la levée, puis l'émission et la croissance des feuilles, accélérée par le tallage, qui permet d'installer le couvert végétale qui tend vers un maximum (Bezuidenhout, 2003). Cet état correspondant à un indice foliaire maximum qui reste stable, sauf accident, permet l'interception radiative maximale.

Partant ainsi du principe que l'implantation est un passage obligé et que sa réalisation dans un temps bref doit être un atout pour la suite de la culture, surtout en zone contrainte d'altitude, nous souhaitons (i) caractériser les performances de trois variétés à la levée sous différentes conditions de température, (ii) illustrer l'importance du type de résultat obtenu sur le terrain à l'aide d'un outil de cartographie.

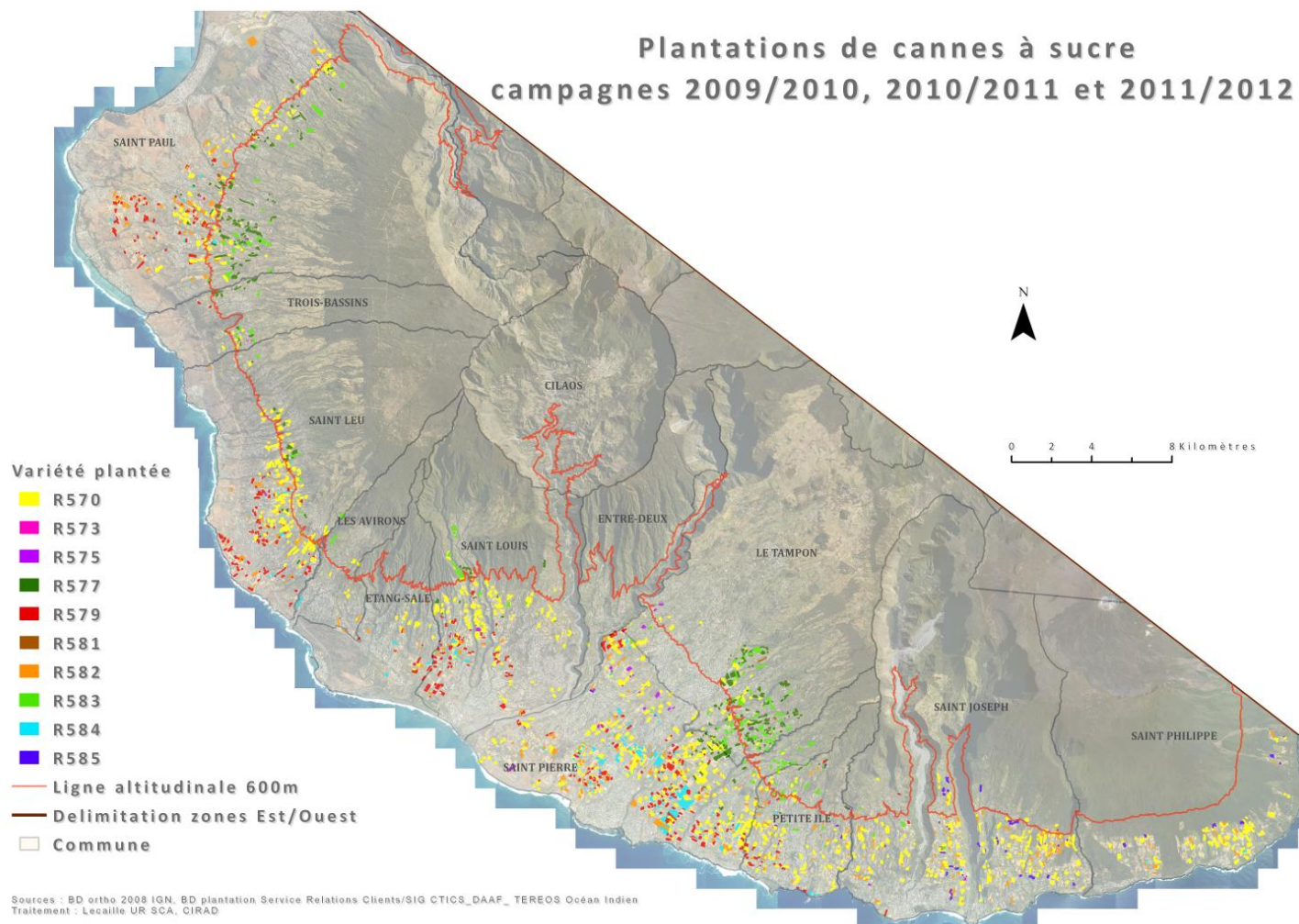


Figure 5. Plantation de la variété R583 lors des trois dernières saisons de plantation depuis 2009 sur la côte Ouest de l'île

2. Matériel et Méthode

2.1. Sélection et provenance des boutures

En condition de basse température (valeur non précisée), Clements (1980) signale qu'indépendamment du nombre d'entre-nœuds par bouture, pour chacune des boutures, seul le bourgeon qui était placé le plus vers le sommet de la tige lève. Pour éliminer toute interférence de ce phénomène de dominance apicale, nous avons choisi de n'utiliser que des boutures d'un seul bourgeon. Ces boutures ont été sélectionnées pour leur bon état sanitaire, à partir de parties médianes de tiges mères cultivées dans un même champ aux conditions optimum hydriques et nutritionnelles et prélevées, toutes variétés confondues, au même âge (en jour).

2.2. Choix des températures et chambres climatiques

Les boutures sont réparties de façon à représenter des populations homogènes soit en 4 séries à 15°C, 19 °C, 25 °C et 28 °C dans des chambres climatiques aux températures constantes, encadrant la gamme de température de la zone étudiée. Les conditions d'humidité sont favorables, elles garantissent le déclenchement du débourrement des bourgeons, permettant la levée.

2.3. Mesures et conditions

On mesure le temps nécessaire à la pousse de 1 cm hors du sol du bourgeon (Smit 2011). La date de levée de chacune des boutures est notée chaque jour et transformée en temps nécessaire à la levée (en jours). Ces capacités sont mesurées par le taux, la durée et l'étalement dans le temps (Brown, 1988).

2.4. Notion de stade physiologique, de somme de température et de seuil de fonctionnement

Dans la littérature, le temps thermique est utilisé pour la caractérisation des stades physiologiques afin de comparer des variétés. L'utilisation des degrés.jour, au dessus d'une température seuil de fonctionnement permet en effet de caractériser un génotype quelque soit l'environnement frais ou chaud dans lequel il est cultivé. Les degrés au dessus d'une température seuil de fonctionnement, éventuellement propre à chaque variété, sont comptabilisés quotidiennement. Les stades physiologiques comme la levée, la maturation ou le fleurissement sont ainsi quantifiés en somme de degrés.jour (Bonhomme, 2000).

2.5. Projection géographique

Dans le cadre de cette étude, nous souhaitons représenter, l'influence de l'écart de 2°C de température seuil de fonctionnement sur le nombre de jours nécessaires au processus de débourrement levée sur l'Ouest de La Réunion.

Un zonage a été réalisé par découpe altitudinale du territoire par tranches de 100 m d'altitude à partir du MNT et une découpe en transects le long des ravines. La limite haute de 1 300 m

d'altitude a été retenue soit 300 m environ au dessus de la limite actuelle de plantation. L'espace est ainsi découpé en 7 Zones, tranchées en polygones de 100 m d'altitude, soit 91 polygones couvrant la zone d'étude auxquels sont affectées des stations météorologiques de référence (Figure 6). La localisation et la disponibilité des données sur une période de minimum 10 ans ont été privilégiées.

Les données météorologiques, températures maximum et minimum journalières ont été collectées depuis une base de données Cirad et Météo France hébergée sur la plateforme Margouill@ © Cirad. Une correction des données des valeurs journalières utilisées $[(\text{température maximum} + \text{température minimum}) / 2]$ est effectuée en fonction des différences d'altitude du centroïde du polygone et de la station servant de référence selon l'équation obtenue par Chopart (2002).

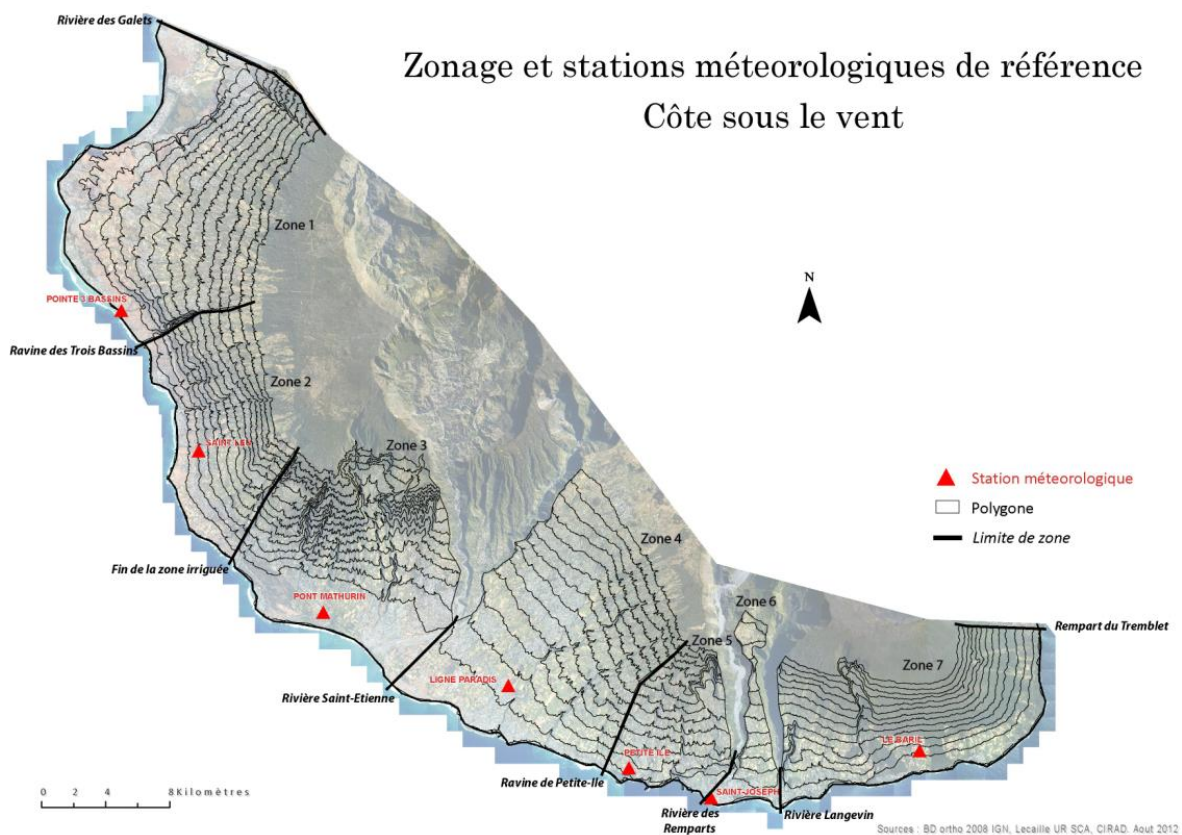


Figure 6. Zonage et stations météorologiques de référence

Pour chaque polygone, on crée une année de référence pour laquelle on affecte à chaque jour du calendrier le nombre de jours nécessaires pour atteindre la demi-levée dans 80% des cas (4 années sur 5). Cette durée en jour, obtenue ainsi en année « fraîche » (QF : quinquennale fraîche) est calculée pour les températures seuils de 11°C et de 13°C.

La date choisie de plantation au 15 octobre repose sur la possibilité d'anticiper la date de récolte dès la campagne sucrière suivante à l'issue d'un minimum de 14 voir 16 mois de culture.

3. Résultats & Discussion

3.1. Levée en chambre

Les relevés journaliers nous donnent les dynamiques de débourrement levé suivants pour les trois variétés aux quatre températures (Figure 7). La température a une influence indéniable sur le processus qui est ralenti par le froid pour les trois variétés. A 15°C la variété R577 ne lève pas, alors que R583 lève significativement plus que la R570.

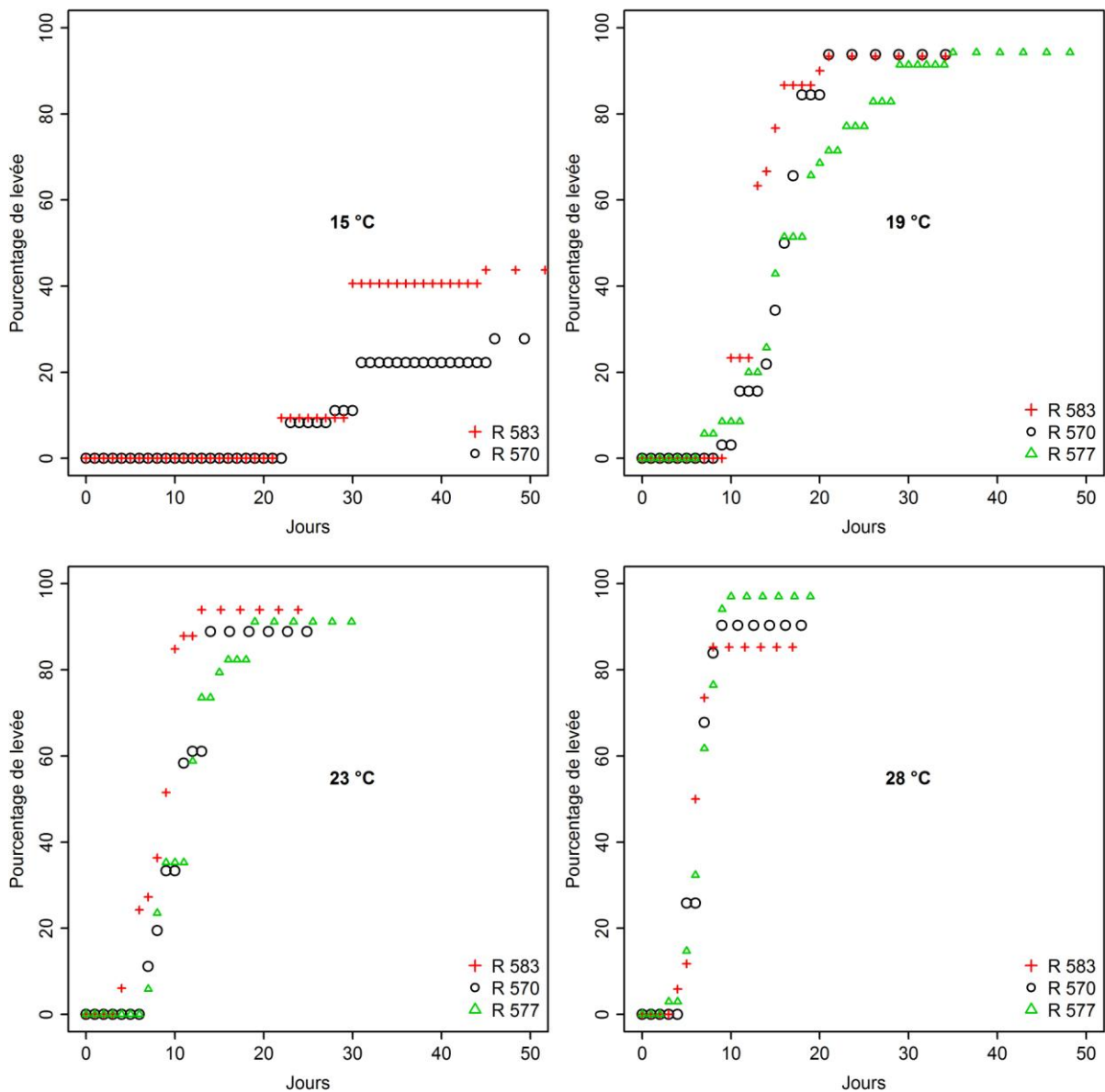


Figure 7. Evolution des taux de levée (en jour) de trois variétés placées en condition de débourrement levée dans trois chambres climatiques à températures constantes de 15, 19, 23 et 28°C.

R583 possède des caractéristiques physiologiques qui lui permettent d'être plus performante à la levée que R570 et R577. Elle lève plus tôt, plus vite à toutes les températures (Figure 7). Aussi, ces différences variétales s'expriment d'autant plus que l'on se situe aux températures les plus fraîches. Il semble que R583 valorise mieux les basses températures que ne le font les

autres variétés. Des travaux en cours au Cirad (C. Poser) tendent à montrer que la R583 présente une température seuil de fonctionnement sensiblement plus faible que les autres variétés testées. Deux degrés de moins que la R570 (soit 11°C contre 13°C) pour une somme de degrés.jour équivalente (100°J) pour atteindre la demi-levée (50% des bourgeons levés).

3.2. Simulation sur le terrain

Pour illustrer l'importance de la température seuil de fonctionnement, nous avons choisi de simuler sur le terrain la durée nécessaire pour atteindre la demi-levée pour deux types de variétés ayant un besoin identique en degrés.jours mais des températures seuil de fonctionnement différentes : $t_b = 11^\circ\text{C}$ et $t_b = 13^\circ\text{C}$. La date de plantation choisie pour la simulation est le 15 octobre, juste avant la saison chaude.

Les simulations mettent en évidence un gradient altimétrique. Alors qu'il ne faut pour t_b13 que 8 à 11 jours dans les Bas pour atteindre la demi-levée, 15 à 20 jours sont nécessaires à une altitude de 600 à 900 m (Figure 8B). Pour t_b11 , il faut également 8 à 11 jours dans les Bas mais seulement 11 à 15 jours entre 600 et 900 m (Figure 8A).

Les simulations obtenues illustrent les différences existantes entre les deux types de variétés, l'une : $T_b 11$ pourra être plantée à une altitude plus élevée à la date retenue. Pour celle à t_b13 au delà de 600 m, 15 jours sont au minimum requis, ce qui compromet la réussite de la plantation.

Cet exercice montre l'importance du seuil de fonctionnement, paramètre physiologique lié à la température, dans la capacité d'adaptation d'une variété.

Pour un planteur il est effectivement important de pouvoir bénéficier de variétés mieux adaptées aux températures fraîches : planter dès le mois d'octobre une variété vigoureuse qui assure un rendement potentiel conséquent permettrait de bénéficier d'une première récolte après 12 mois ou 14 mois entraînant un avantage économique indéniable.

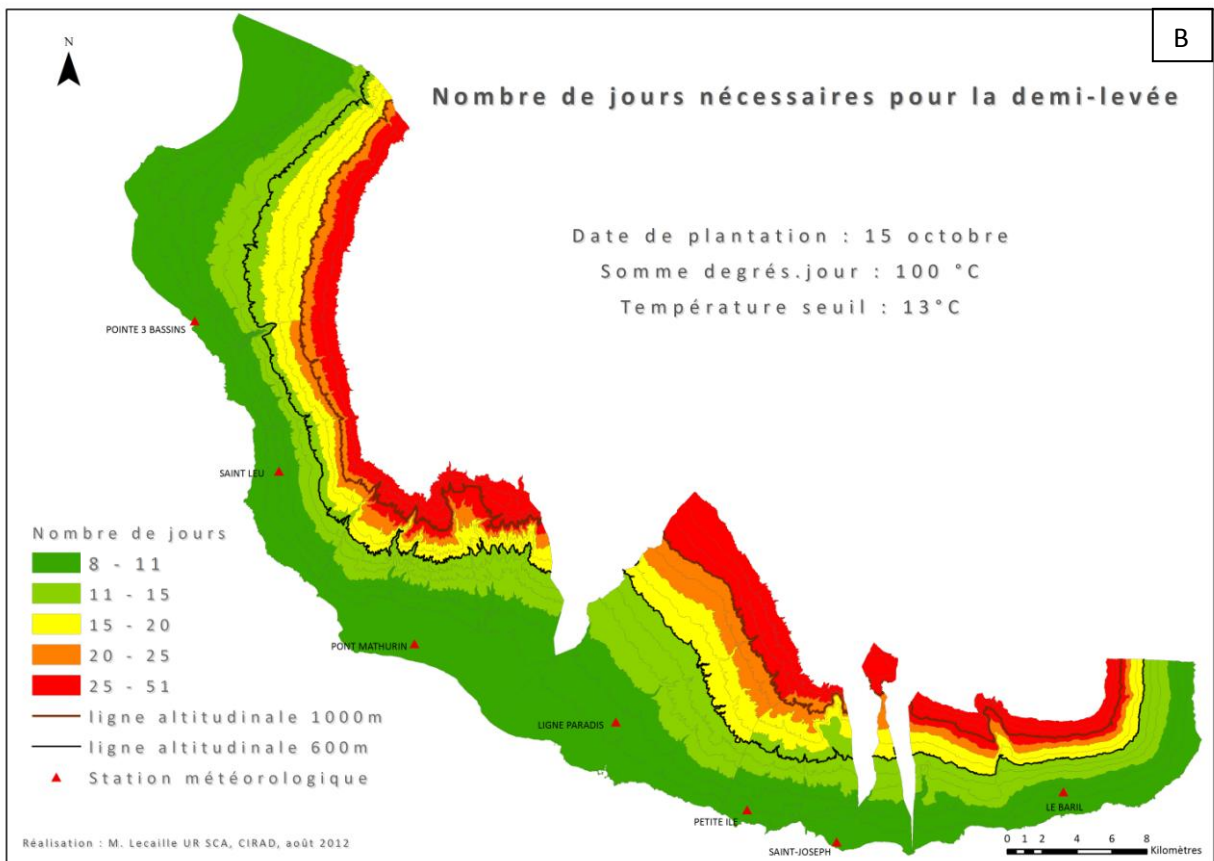
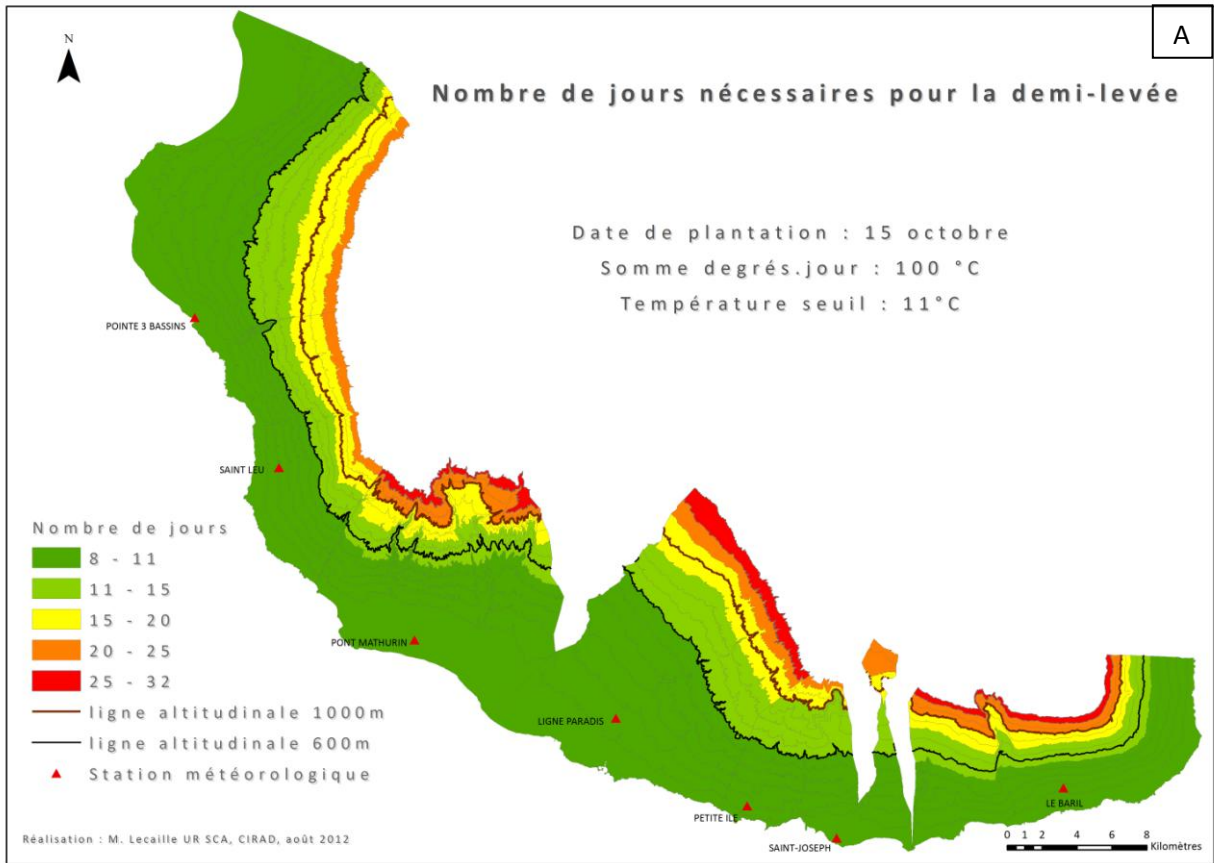


Figure 8 A et B : Nombre de jours nécessaires pour la demi-levée (50 % des boutures ayant levées) pour deux types de variétés aux températures seuils de 11°C (A) ou 13°C (B).

4. Conclusion et perspectives

Les tests en chambres climatiques aux températures comprises dans la gamme réelle des conditions de plantation au champ permettent d'appréhender une adaptation potentielle d'une variété au débourrement-levée aux basses températures.

Nous avons montré que certaines variétés peuvent lever plus tôt, plus vite et plus que d'autres malgré des températures plus fraîches.

La température seuil de fonctionnement a une influence conséquente sur la durée nécessaire au débourrement-levée d'une variété. Elle peut conditionner l'adaptation à un environnement où les conditions thermiques constituent un handicap au développement. Les simulations ont montrés qu'un type de variété à la température seuil de fonctionnement inférieur de 2 degrés (11°C contre 13°C) étendrait ses limites de plantation d'environ 300 m au 15 octobre.

Certes, cette première phase d'implantation de la culture ne peut à elle seule refléter la capacité d'un génotype à s'adapter à un environnement contraint, mais représente un atout pour l'avenir de son développement.

La caractérisation de variétés en chambres climatiques permettrait d'identifier celles qui sont susceptibles de mieux s'adapter dans les Hauts, ce qui en ferait un outil intéressant pour les travaux de sélection.

Remerciements : Les auteurs tiennent à remercier les techniciens, les stagiaires et collaborateurs qui ont contribué depuis les essais en chambres jusqu'à la saisie des données aux champs, le personnel de la DAAF, du Ctics (M Frédéric Payet), du syndicat du Sucre (Mme Aurore Bury), des Pôles canne pour les données de plantation, l'Equipe Artist pour les requêtes sur données météorologiques Cirad/Météo-France.

Bibliographie

Bezuidenhout CN, O'Leary GJ, Singels A, Bajic VB. 2003. A process-based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. *Agricultural Systems* 76: 589-599.

Bonhomme R. 2000. Bases and limits to using 'degree.day' units- a review- *European Journal of Agronomy*, 13,1, 1-10.

Brown R.F., Mayer D.G. 1988. Representing Cumulative Germination. *Annals of Botany*, 61 (2): 127-138.

Caro canne. Décembre 2010. De R570 à R585 Neuf variétés à planter.

Chopart J.L., Mézino M., Le Mezo L. 2002. *Revue agricole et sucrière de l'île Maurice*, 80 (3 - (2002)vol.8) : 68-72. Congrès de la Société de technologie agricole et sucrière de Maurice. 10, 2002-09-27/2002-10-01, Réduit, Maurice.

Clements HF. 1980. *Sugarcane Crop logging and crop control - principles and practices* -, London: Pitman Publishing Limited.

Romero ER, Scandallaris J, Tonatto J, Leggio Nelvie M, Sotomayor L. 2005. Effects of different management factors on plant cane emergence in Tucuman - Argentina. *Proceedings of the International Society Sugar Cane Technologist* 25: 246-250.

Smit M.A. 2011. Characterising the factors that affect germination and emergence in sugarcane. *Sugarcane International*, 113 (1345): 65-67.

Vivet J.B., 2007 *Pérennisation d'une filière menacée à La Réunion : le cas de la culture cannière irriguée des Hauts de l'Ouest*. 79 p. Mémoire de fin d'étude Istom.