



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Durée de vie des onduleurs

PV Update romand 2022, Prof. Dr. Christof Bucher

► Technik & Informatik, Energie- und Mobilitätsforschung, PV Lab

Table des matières

- ▶ Contexte et problématique
- ▶ Méthodologie
- ▶ Résultats
- ▶ Perspectives

Abréviations:

- ▶ MPPT = Maximum Power Point Tracker
- ▶ TTF = Time to Failure



Contexte et problématique

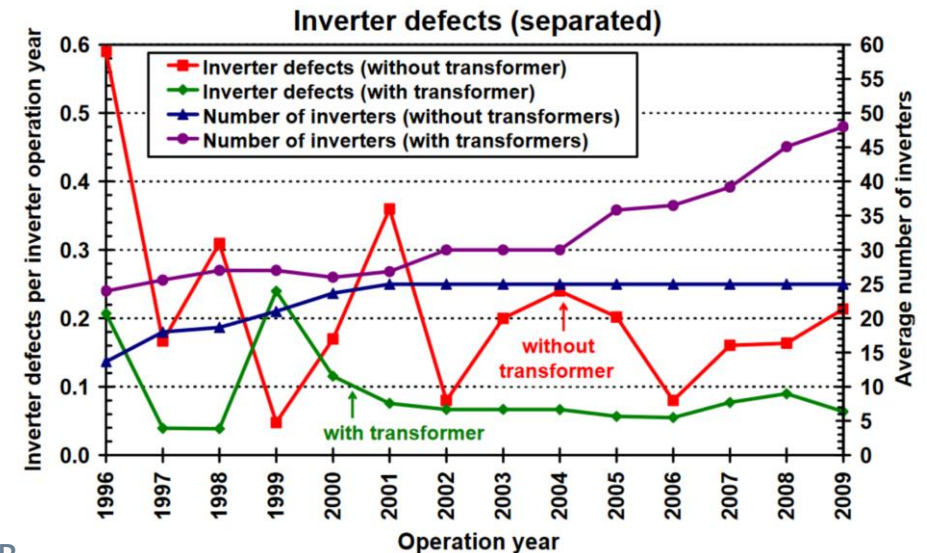
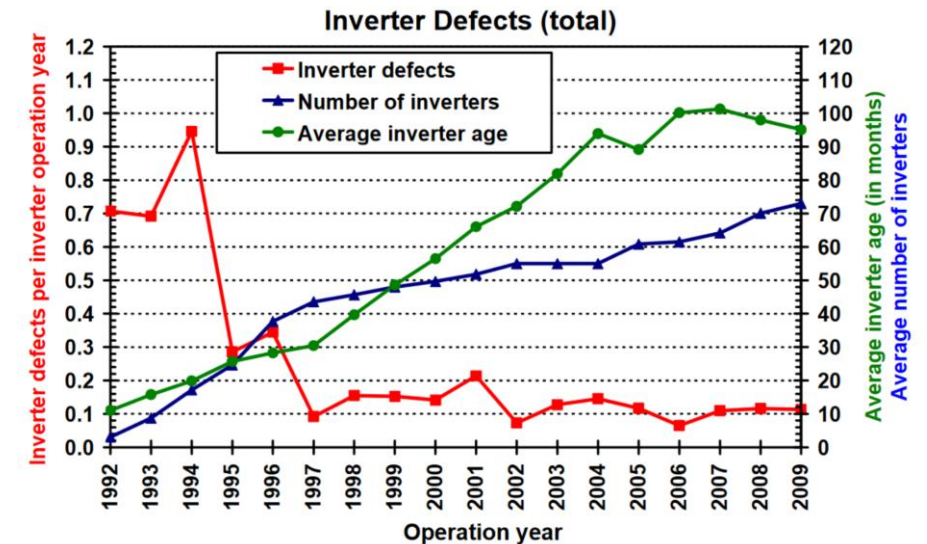
Les onduleurs doivent être remplacés 1x durant la vie du PV

2009

- ▶ Prof. Dr. Häberlin : Chaque année, environ 10% des onduleurs présentent un défaut.
- ▶ Les onduleurs sans transformateurs sont plus sujets aux pannes que les onduleurs avec transformateurs.

Règles générales :

- ▶ Les onduleurs ont une durée de vie de 15 ans.
- ▶ Les onduleurs doivent être remplacés 1x durant la vie d'une installation PV.



Ce que nous ne savons pas

- ▶ Qu'est-ce qui influence la durée de vie d'un onduleur ?
- ▶ Les onduleurs installés à l'intérieur des bâtiments vivent-ils plus longtemps que les onduleurs installés à l'extérieur ?
- ▶ Vaut-il mieux un grand ou plusieurs petits onduleurs ?
- ▶ Vaut-il la peine d'installer une protection contre les intempéries ?
- ▶ Un onduleur vieillit-il plus rapidement s'il est sous-dimensionné ?
- ▶ Comment les optimiseurs de puissance influencent-ils la durée de vie des onduleurs et des MPPT ?

Méthodologie

Concept de base : durée jusqu'à la première erreur

- ▶ Sondage en ligne : après combien d'années la première panne liée à l'énergie se produit-elle ?
 - Time to Failure (TTF)

Description du système :

- ▶ Onduleur à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment ?
- ▶ Avec ou sans optimiseur de puissance ?
- ▶ Onduleur surdimensionné ou sous-dimensionné (« sizing ratio ») ?

Grandeur de référence : 1 onduleur (y compris MPPT ou optimiseur)

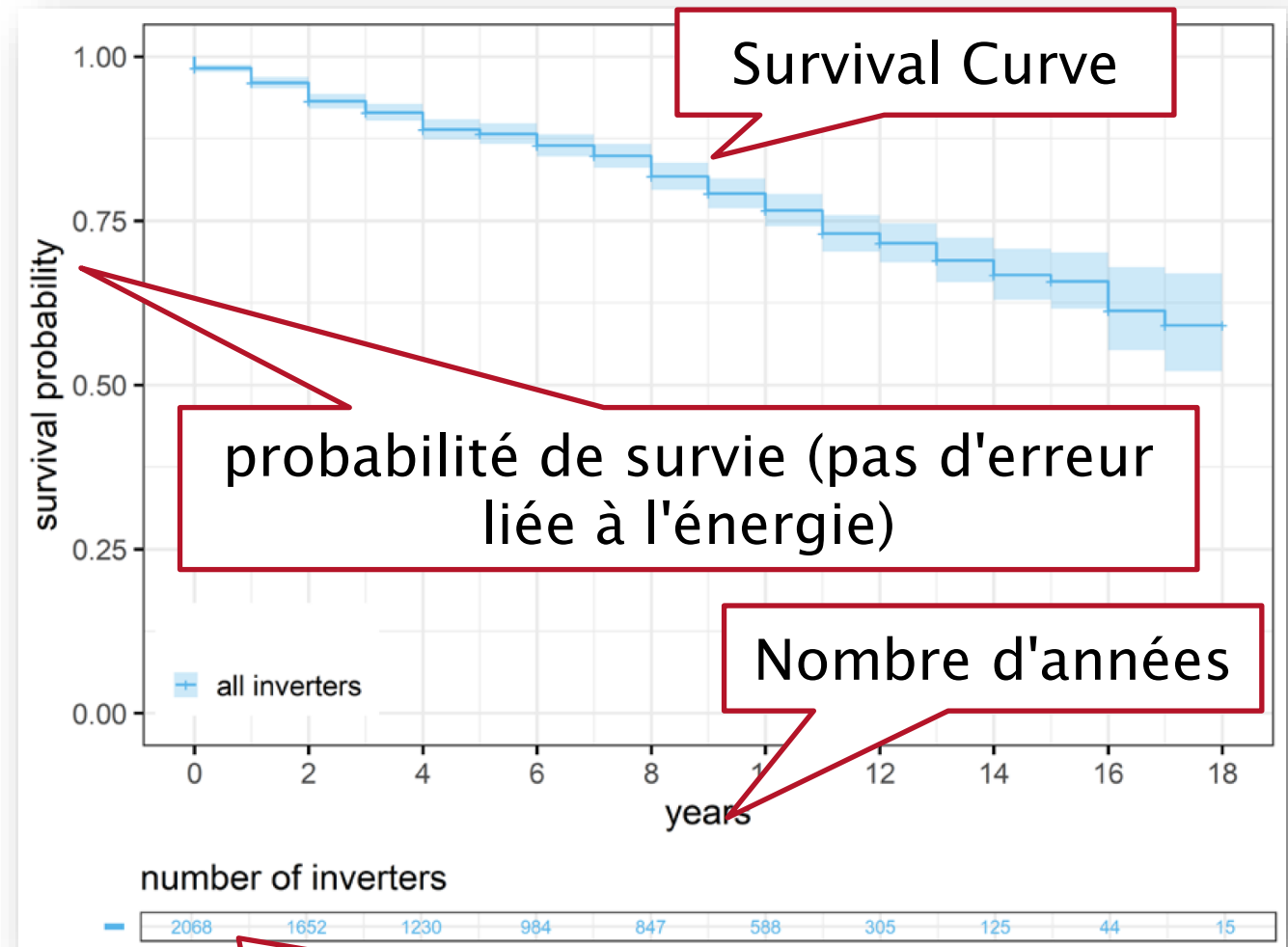
Données

- ▶ Enquête en ligne auprès des clients finaux privés
- ▶ Complément avec des données d'installateurs / d'opérateurs professionnels

- ▶ Nombre d'installations photovoltaïques : 1 195
- ▶ Nombre d'onduleurs : 2 121

Évaluation avec l'estimateur de Kaplan-Meier (courbe de survie)

- ▶ Quelle est la probabilité de survie d'un onduleur après x années ?
- ▶ Toutes les courbes commencent à 100% et se dirigent vers 0%.
- ▶ L'intervalle de confiance augmente avec le temps, car de moins en moins d'onduleurs sont inclus dans les statistiques.



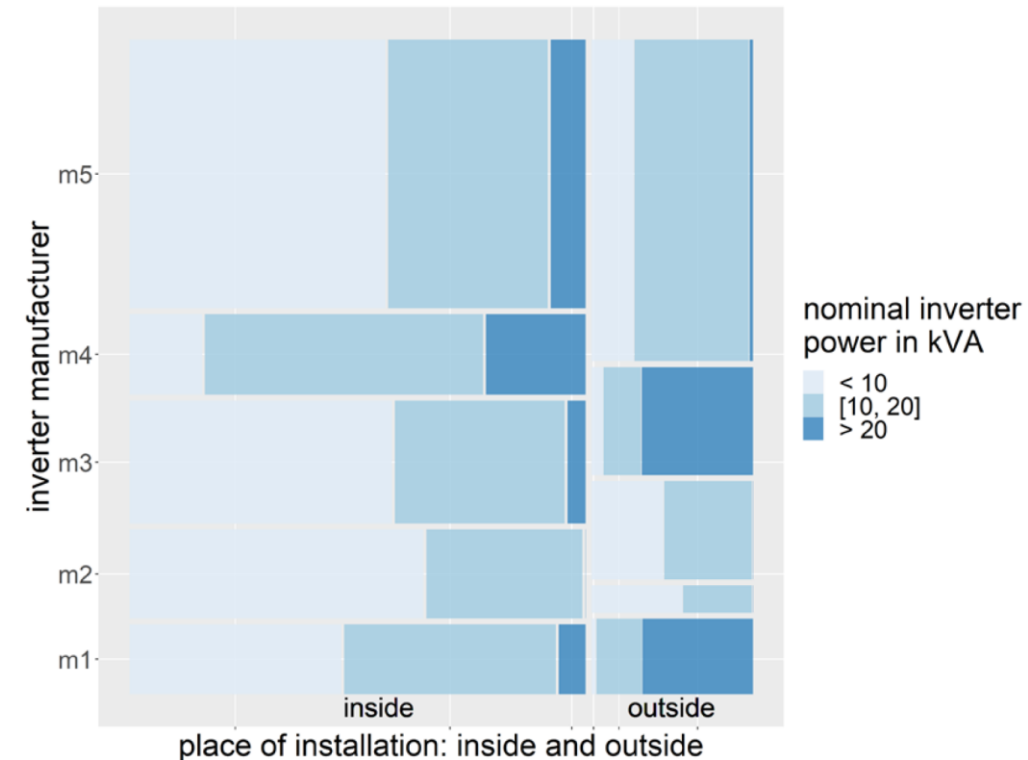
Corrélation n'est pas synonyme de causalité

Exemple de raisonnement fallacieux :

- ▶ Les élèves de maternelle ne savent pas résoudre les équations différentielles. Les étudiants de l'EPFL, si. L'école maternelle nuit aux connaissances mathématiques des enfants.

Dans l'étude :

- ▶ Les onduleurs installés à l'extérieur vieillissent plus vite que ceux installés à l'intérieur des bâtiments. Les grands onduleurs sont plus souvent installés à l'extérieur que les petits.
- ▶ Quelle est donc la raison du vieillissement ?
Nous ne le savons pas !



Solution : découpler les variables

Calculer de nombreuses courbes de survie individuelles :

- ▶ Seulement les grands onduleurs du fabricant A installés à l'extérieur
- ▶ Seulement les grands onduleurs du fabricant A installés à l'intérieur
- ▶ ...

Combinaison de ces courbes avec une nouvelle pondération (homogène) :

- ▶ Ancienne (non pondérée) : Les grands onduleurs sont plutôt à l'extérieur, les petits onduleurs plutôt à l'intérieur du bâtiment.
- ▶ Nouveau (pondéré) : Autant de grands onduleurs sont à l'extérieur qu'à l'intérieur du bâtiment

Cas particulier de l'optimiseur de puissance

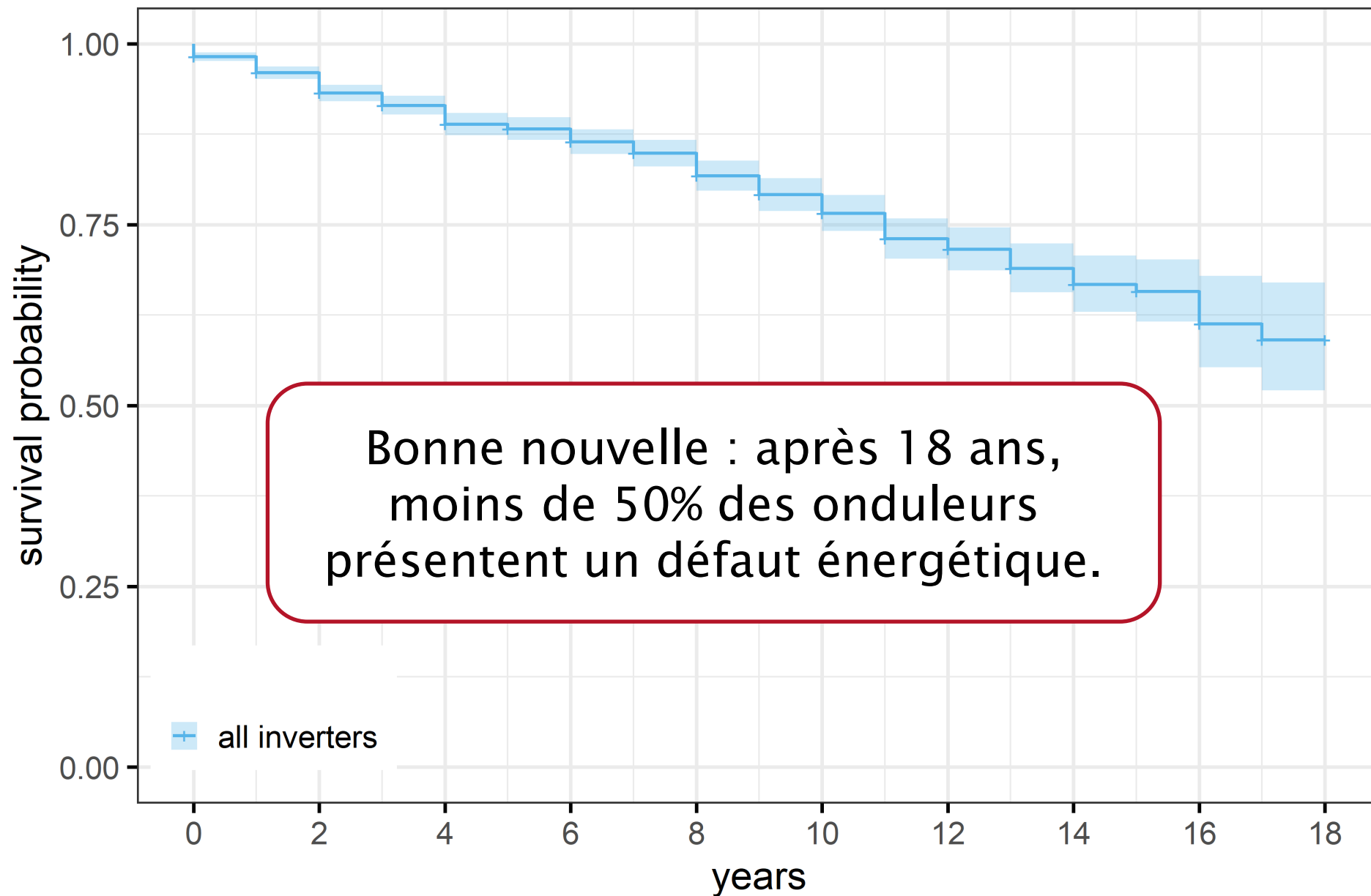
mélanger des choux et des carottes

- ▶ Erreur de l'optimiseur = erreur de l'onduleur
- ▶ Injuste ?
 - ▶ Si un optimiseur tombe en panne, le reste de l'installation continue de fonctionner.
 - ▶ Les onduleurs peuvent être réparés, pas les optimiseurs.
- ▶ Juste ? Si un optimiseur tombe en panne, un(e) spécialiste se déplace et remplace l'optimiseur. Effort similaire à celui requis en cas de panne d'onduleur.
- ▶ Optimiseur : meilleure visibilité des défauts de l'installation :
 - ▶ Plus ou moins d'entretien ? Cela dépend du concept d'entretien.

Conclusion : la comparaison peut être différente selon la situation / le concept d'exploitation.

Résultats

Tous les onduleurs



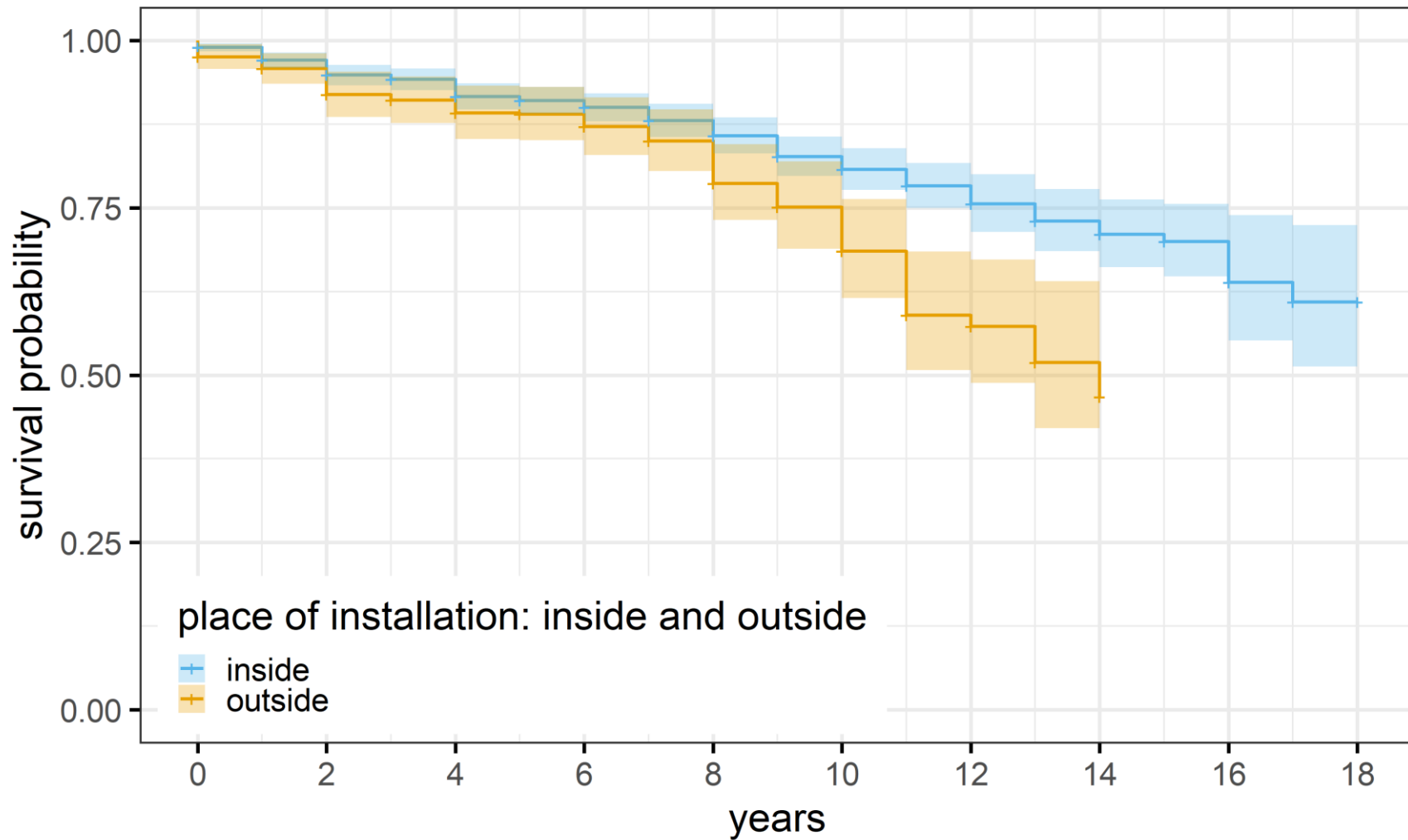
number of inverters



adjusted for manufacturer and nominal inverter power in kVA

Lieu
d'installation :
à l'extérieur /
à l'intérieur
du bâtiment

- Décorrélé des variables "fabricant" et "puissance".

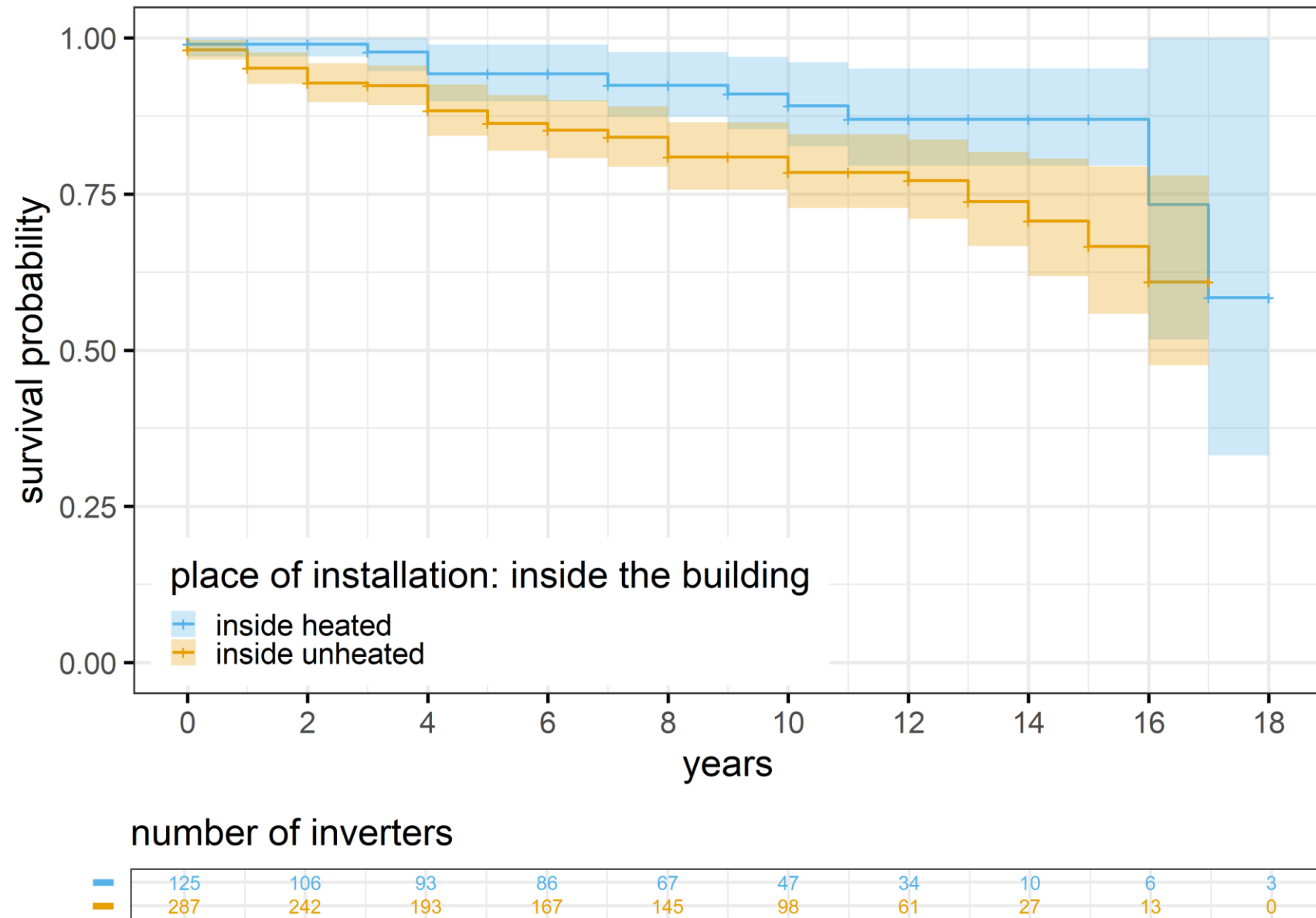


number of inverters

—	923	836	731	658	588	408	236	98	33	10
—	326	298	248	209	174	113	34	9	0	0

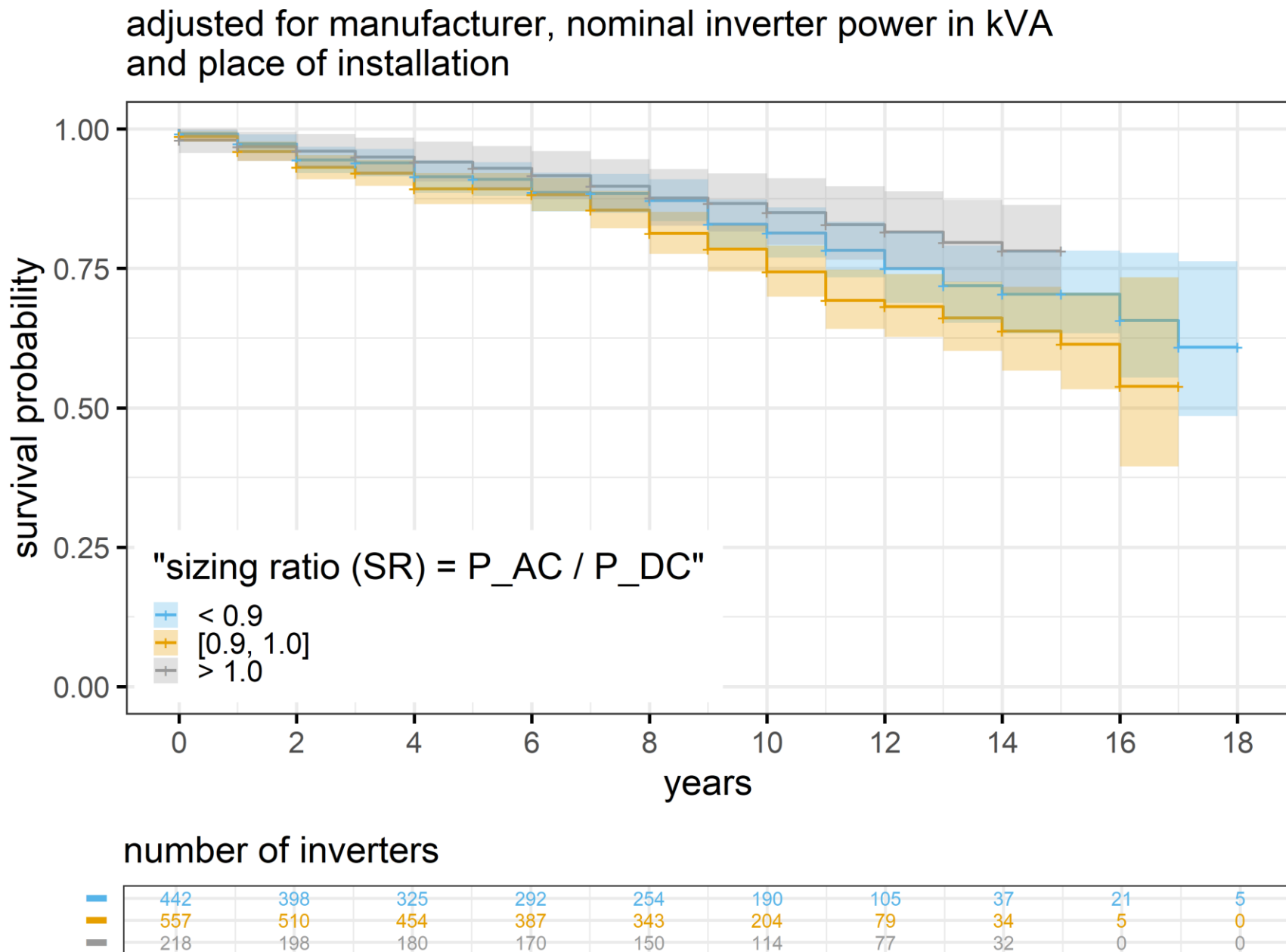
Lieu d'installation dans le bâtiment : cave et grenier

- ▶ Les onduleurs vivent le plus longtemps dans la cave.
Hypothèse : pas de surchauffe en été



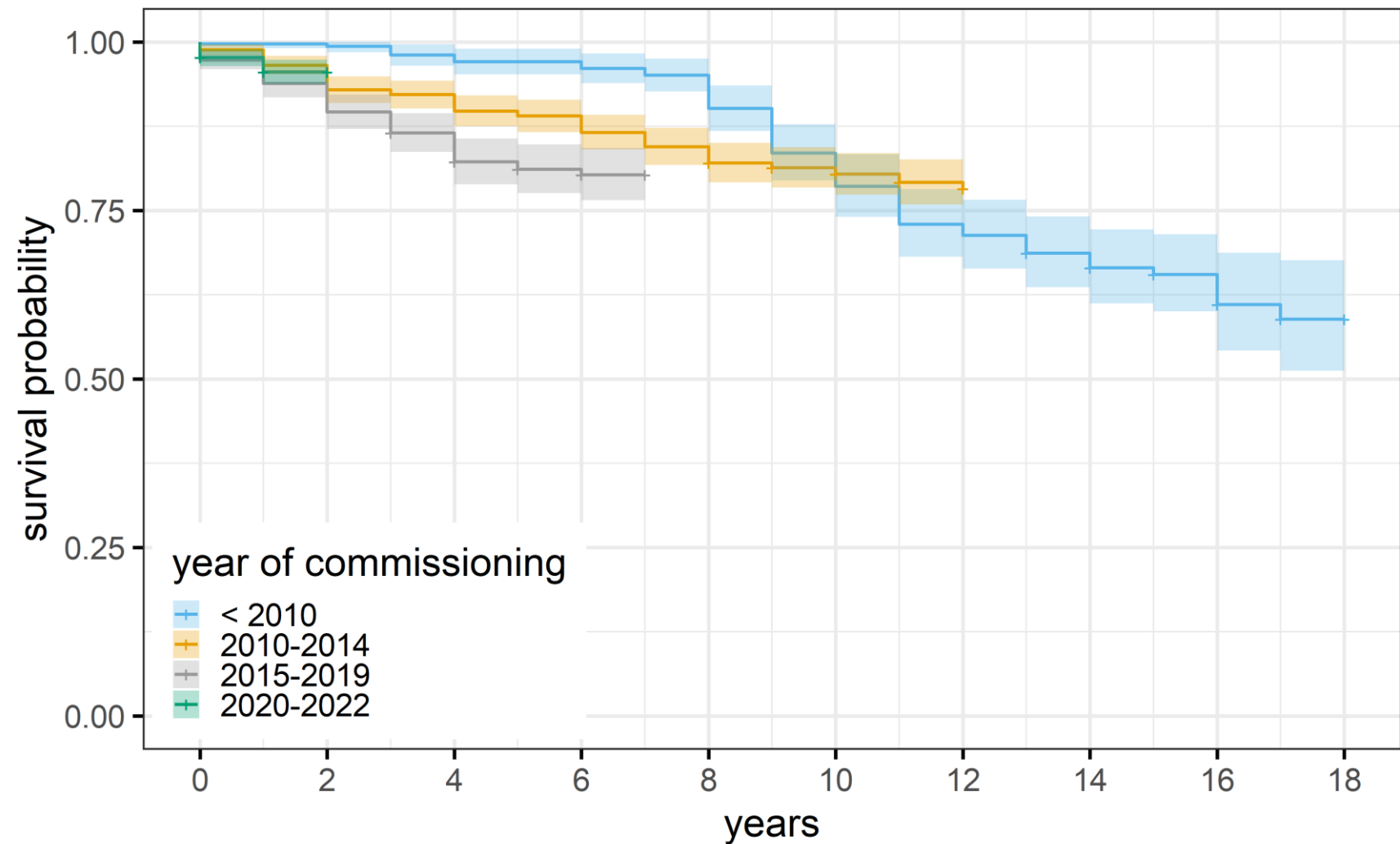
Rapport de puissance nominale (Sizing Ratio)

- ▶ Pas de conclusion claire
- ▶ Les "onduleurs trop petits" (courbe bleue) n'entraînent pas de vieillissement prématuré.



Année de mise en service

- ▶ Les onduleurs les plus anciens sont les plus fiables ?
- ▶ Ou est-ce que les pannes précoces ne sont tout simplement plus connues ?

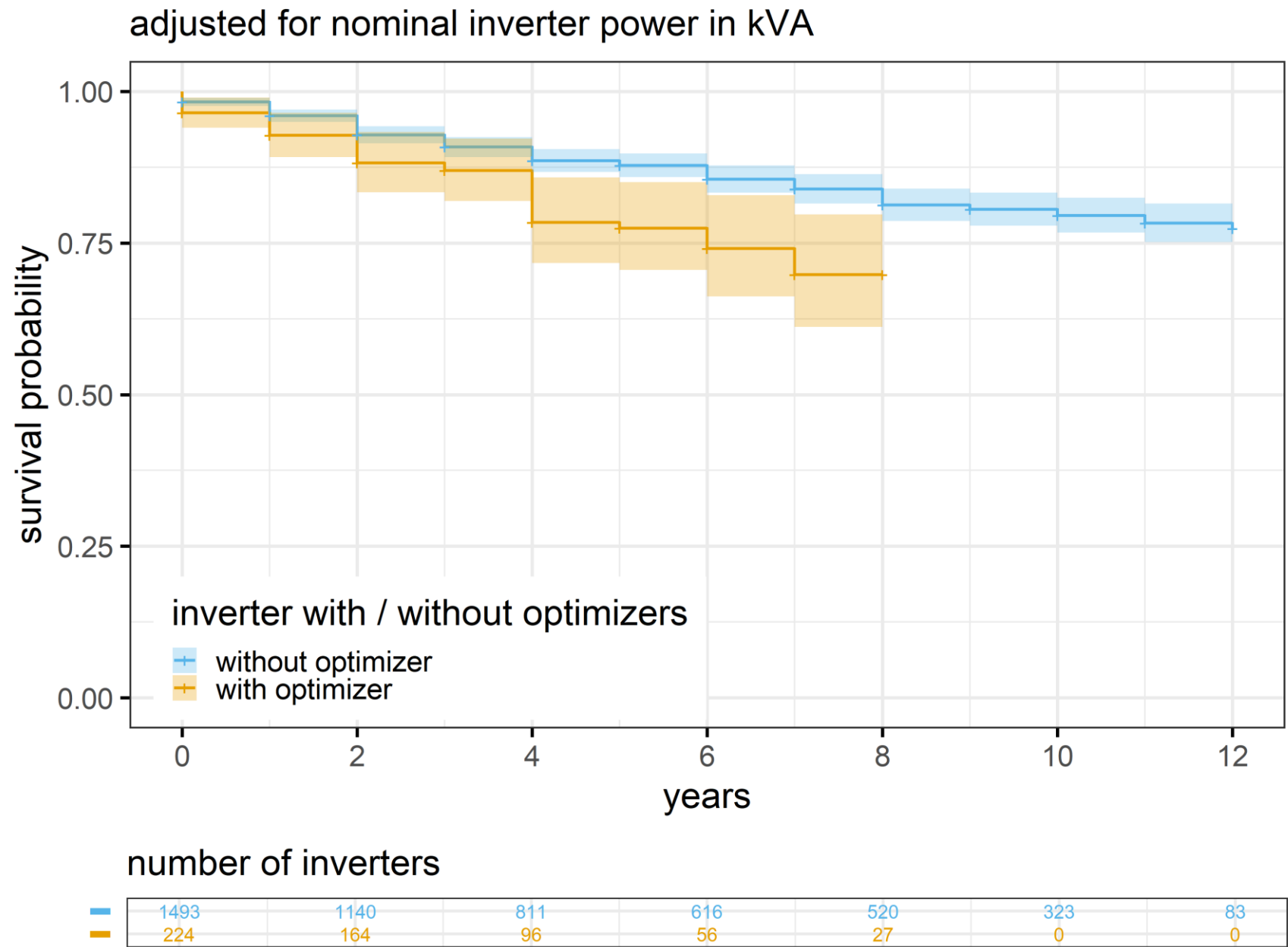


number of inverters

303	302	297	294	288	253	221	125	44	15
662	639	610	589	559	335	84	0	0	0
547	513	323	101	0	0	0	0	0	0
556	198	0	0	0	0	0	0	0	0

Avec ou sans optimiseur de puissance

- ▶ Décorrélé de la variable "performance".
- ▶ Avec optimiseur : taux d'erreur presque deux fois plus élevé

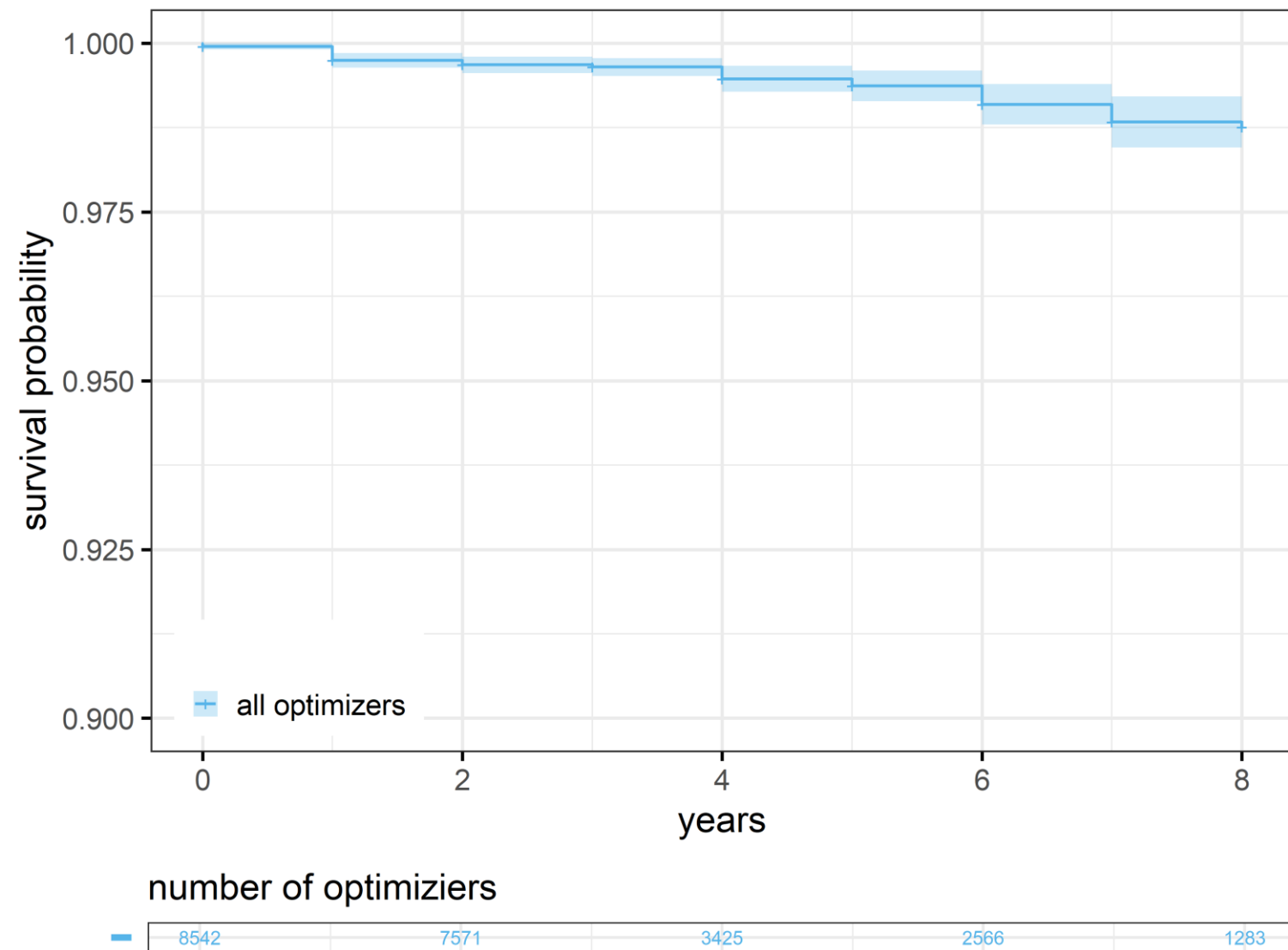


Optimiseur de puissance

- ▶ Faible taux de défaillance lorsqu'on ne considère qu'un seul optimiseur

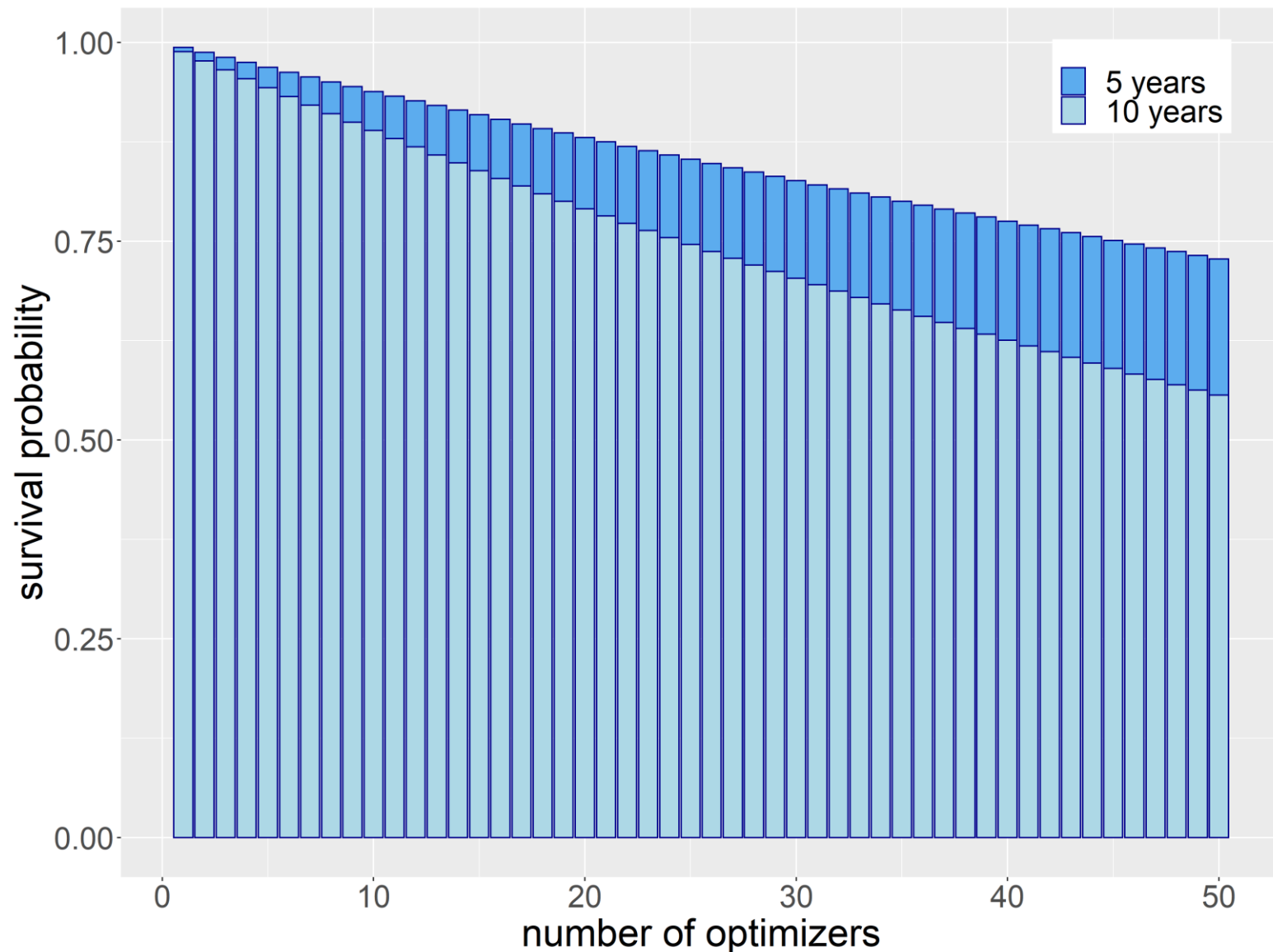
Remarques importantes :

- ▶ Considération uniquement de l'optimiseur de puissance, sans onduleur nécessaire.



Optimiseur de performance après 5 et 10 ans

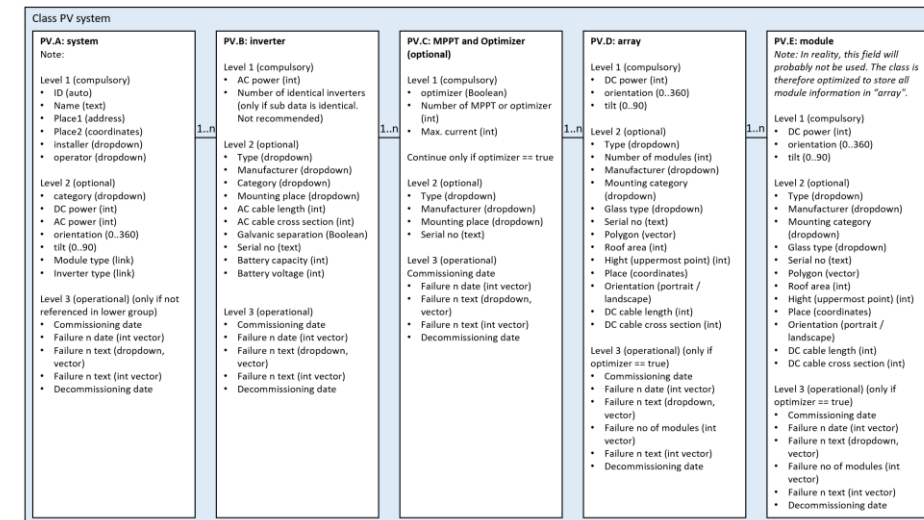
- ▶ Les optimiseurs ont environ 20 fois moins d'erreurs que les onduleurs
- ▶ Environ 20 optimiseurs ensemble ont à peu près le même risque d'erreur qu'un seul onduleur



Perspectives

L'étude doit se poursuivre

- ▶ Objectif : mise à jour permanente de l'étude. Détection des tendances
- ▶ Vision : portail en ligne
 - ▶ Les exploitants d'installations PV enregistrent leurs installations.
 - ▶ Rappel annuel par e-mail pour signaler les erreurs ou appuyer sur le bouton "OK".
 - ▶ Option : statistiques consultables à la demande ("récompense" pour la participation).
- ▶ Défi : contact avec les exploitants d'installations
- ▶ Option : collaboration avec des entreprises d'installation



A photograph of two men in a laboratory setting. The man on the left is wearing a dark blue shirt and is looking down at a piece of equipment. The man on the right is wearing a plaid shirt and glasses, and is also looking down at the same equipment. The equipment is a rack-mounted device with a digital display showing '0.00V' and '0.00A'. The background is a white wall with some equipment racks.

Vous êtes intéressé par les résultats de nos recherches ?
Nous les partageons 2 fois par an dans notre
newsletter (actuellement uniquement en allemand)
www.bfh.ch/pvlab

Merci de votre attention!

Christof Bucher, PV Lab, BFH