

La modélisation mathématique, un outil pour comprendre le fonctionnement des batteries au lithium-ion dans les véhicules électriques

Tim Hubbard, vice-président régional chez Intertek



Valued Quality. Delivered.

Pourquoi modélisation de la batterie?

- La modélisation et la simulation peuvent améliorer la conception des cellules et des modules en détectant les limites d'une conception
- La modélisation permet d'effectuer une simulation de la performance dans des conditions de fonctionnement ou des modes de défaillance pertinents

Origine et utilité

- Parue au début des années 1990, la modélisation des batteries se base sur des concepts électrochimique et thermodynamique et sert à :
 - » prévoir la tension de la cellule pendant les différentes conditions de fonctionnement
 - » étudier la gestion thermique des batteries

Cell Chemistry*	
Positive electrode	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$
Electrolyte	1.2 M LiPF ₆ in EC:EMC (3:7)
Separator	Celgard 2325
Negative electrode	Li_xC_6
Capacity	21 Ah
Size	140x240x7 mm

*Note: Les simulations des figures 2-4 sont basées sur la chimie cellulaire mentionnée sur le tableau ci-dessus.

Qu'est-ce qu'un modèle?

- Des équations et des propriétés mathématiques qui décrivent les processus de la batterie

Des valeurs de propriétés obtenues grâce à des expérimentations soigneusement conçues et fondées sur des modèles théoriques

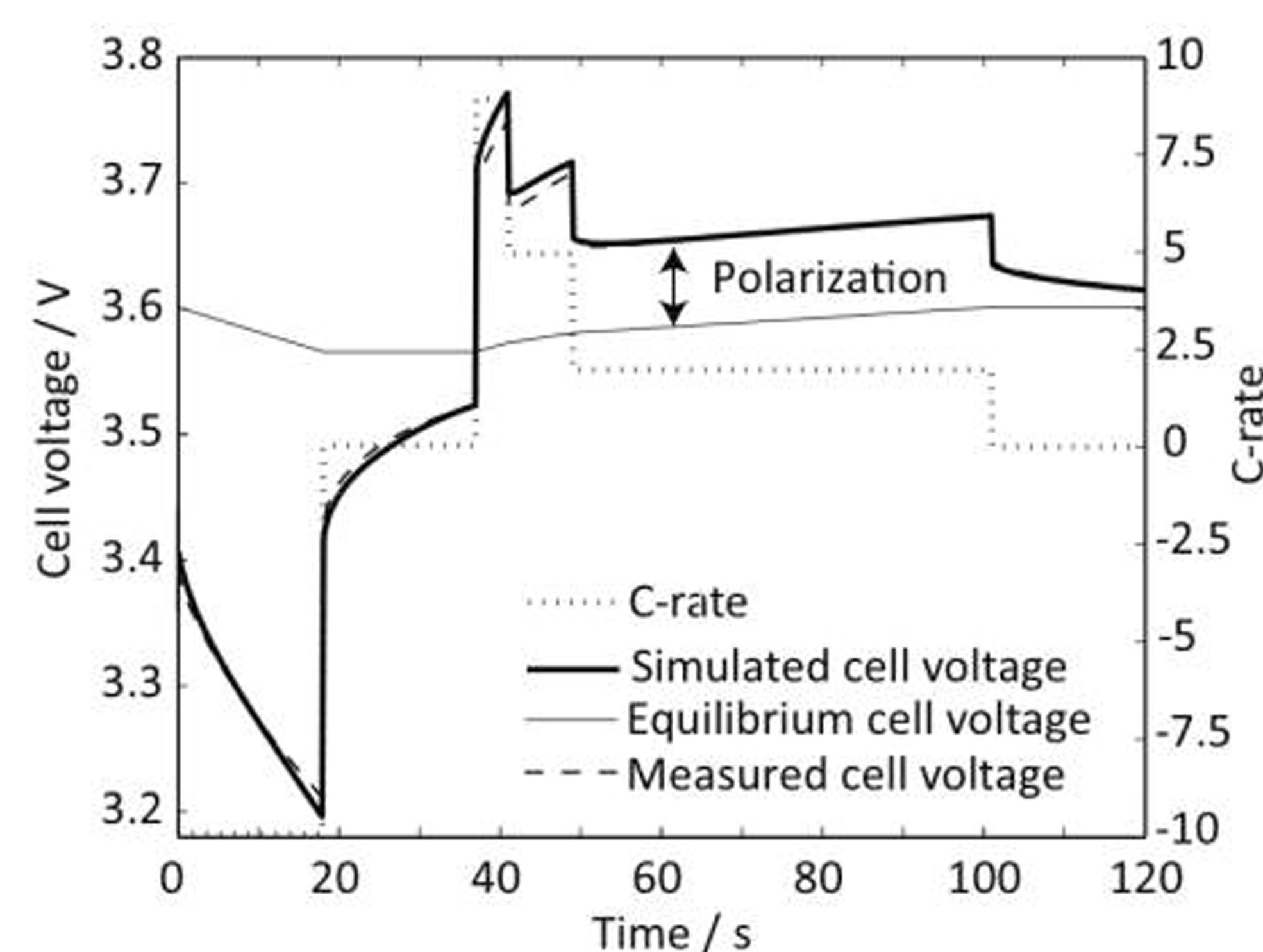


Figure 1
Analyse de la polarisation de la cellule d'une batterie au lithium-ion au moyen de simulations numériques
Nyman et al., J. Electrochem. Soc. 157, A1236 (2010)

Processus modélisés

- Conduction électronique
- Transport ionique
- Transport de masse dans l'électrolyte
- Transport du lithium dans les électrodes
- Cinétique des électrodes de Butler-Volmer
- Génération de chaleur causée par le chauffage ohmique
- Transfert de chaleur au moyen de la conduction et de la convection

Répartition de la température à l'intérieur d'une cellule

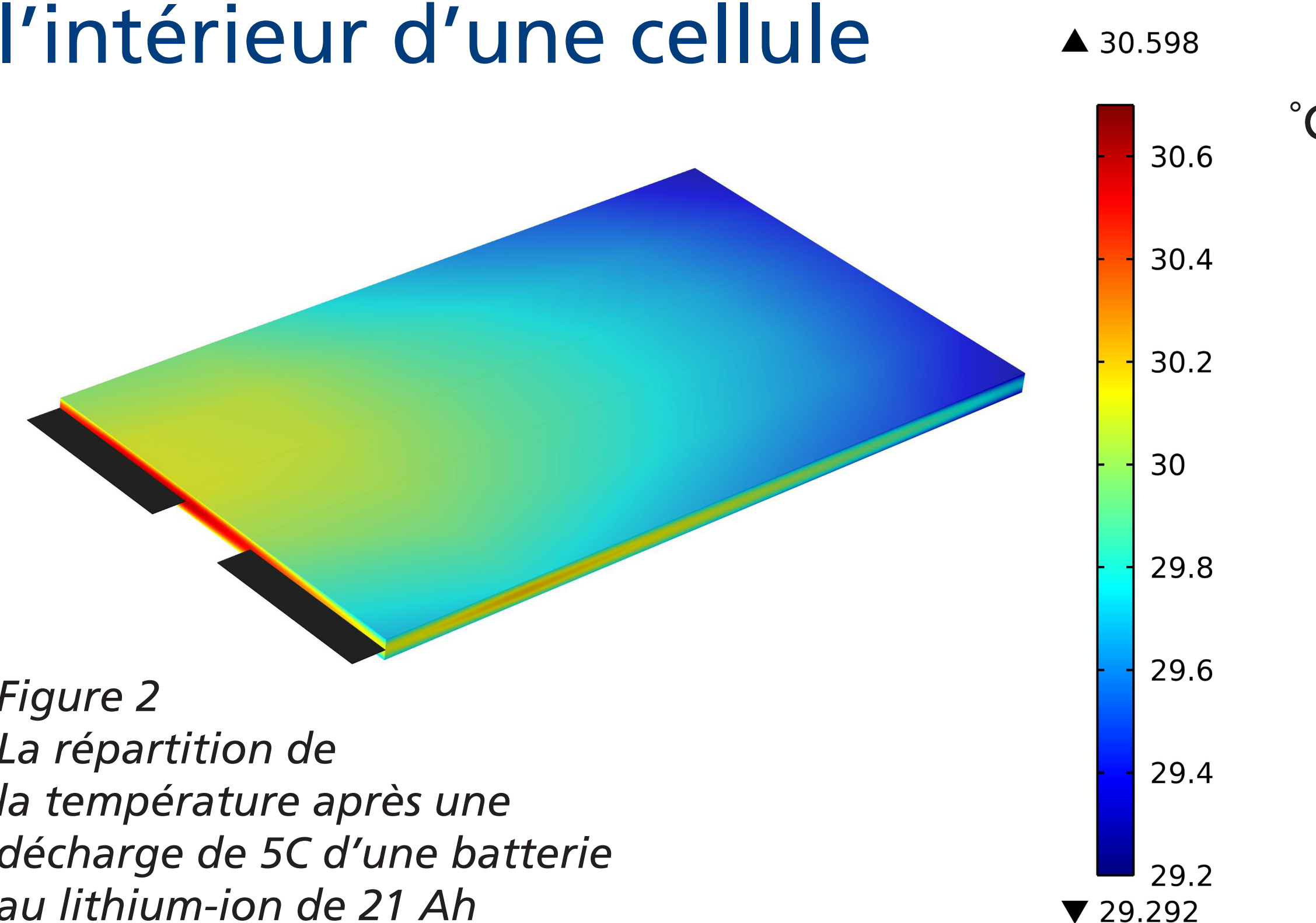


Figure 2
La répartition de la température après une décharge de 5C d'une batterie au lithium-ion de 21 Ah

Température maximale en fonction du taux de C

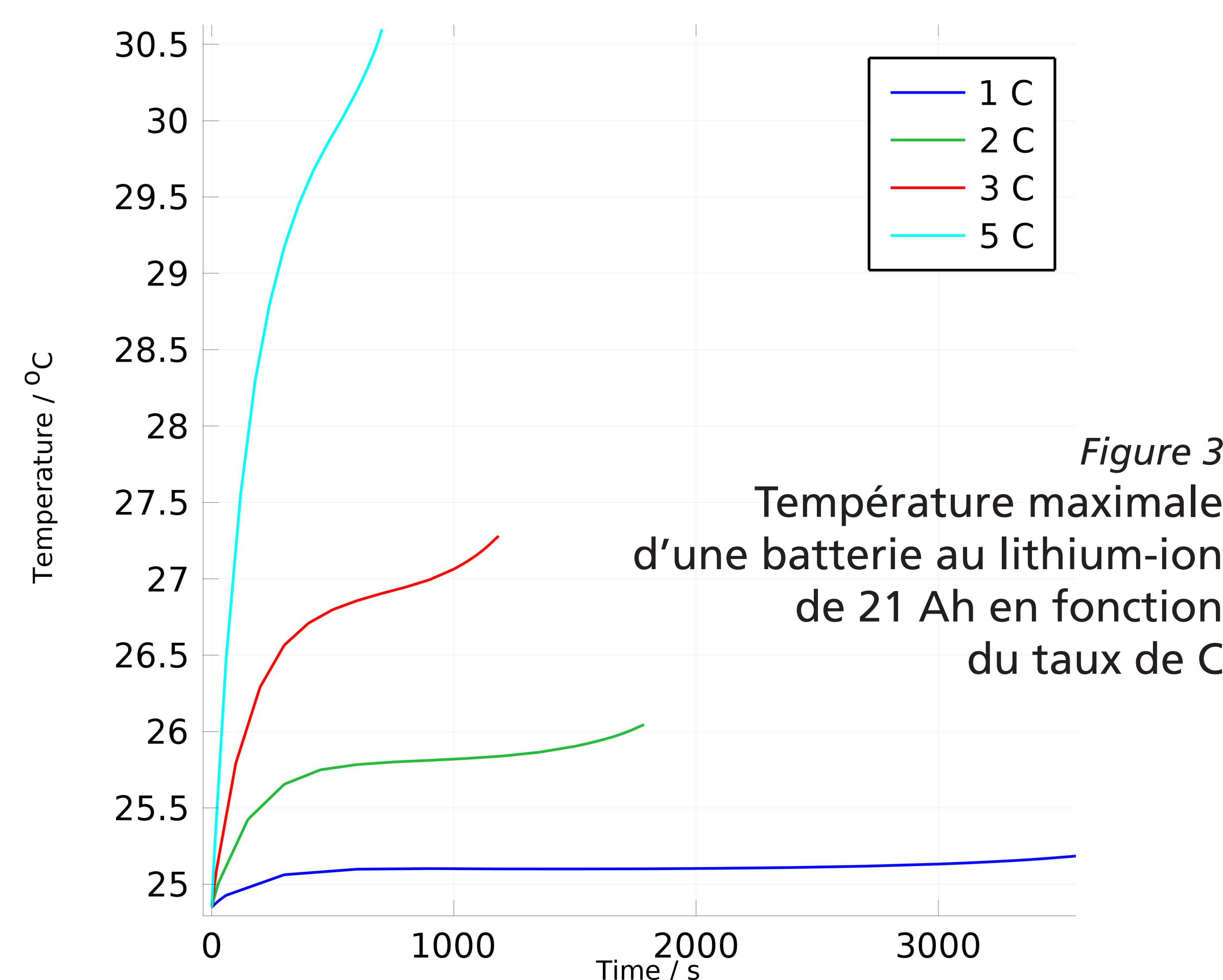


Figure 3
Température maximale d'une batterie au lithium-ion de 21 Ah en fonction du taux de C

Système de gestion thermique

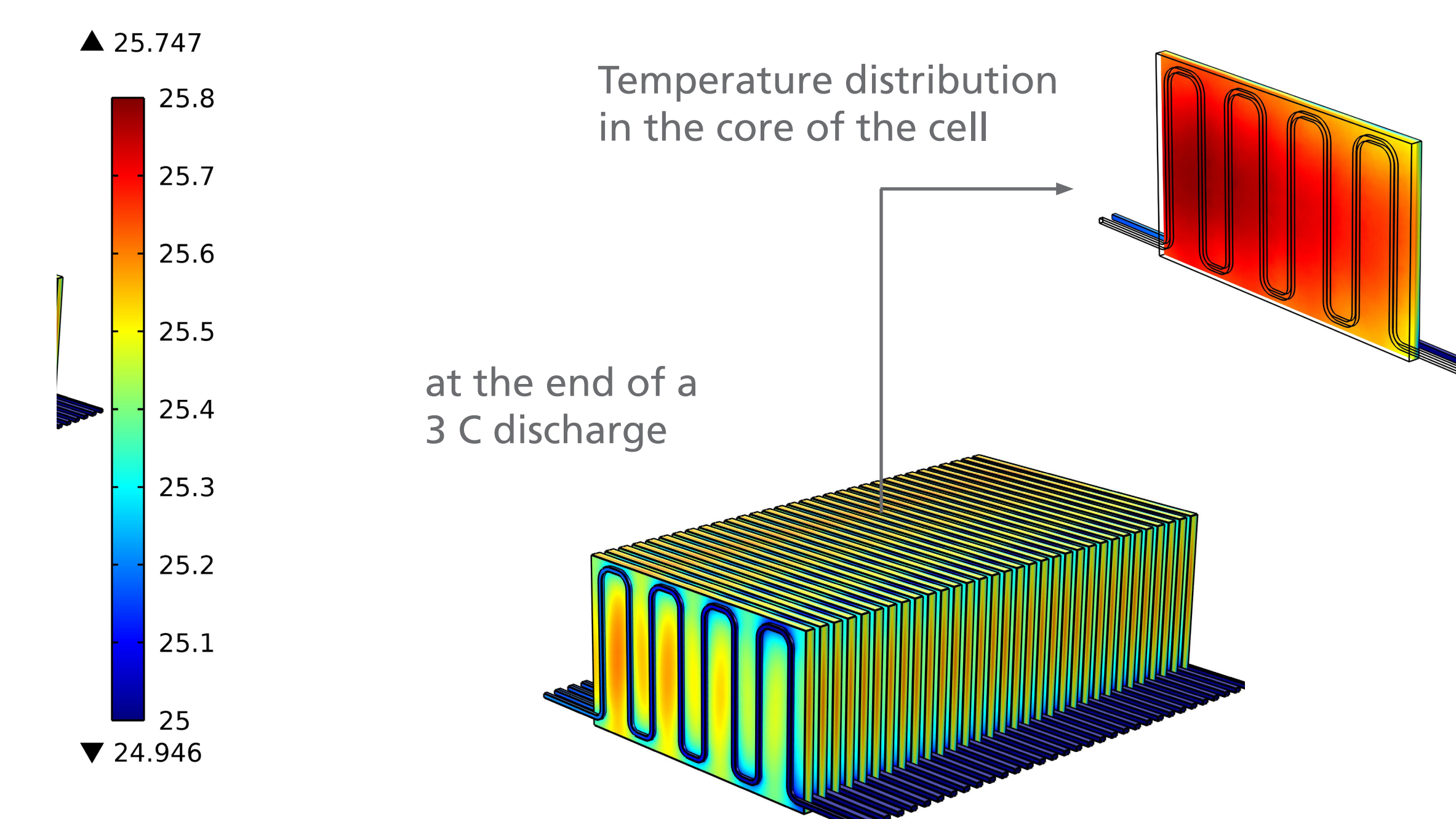


Figure 4
Répartition de la température au cœur de la cellule après une décharge de 3C

Mesure d'une baisse de rendement

- Les batteries au lithium-ion perdent de leur capacité et leur résistance interne augmente au fil du temps
- Les réactions responsables de cette détérioration peuvent être comprises dans un modèle de performance et la simulation sert à :
 - » estimer la durée de vie de la batterie dans différentes conditions de fonctionnement
 - » concevoir et contrôler des conditions de fonctionnement afin d'éviter le vieillissement accéléré de la batterie

Conclusion



- Évalue la sécurité et la performance d'une cellule de batterie et ses utilisations
- Améliore la compréhension de l'interaction entre les processus de la batterie
- Cette connaissance permet de gagner du temps et d'économiser

Après plus de 50 ans d'expérience en matière d'essais automobiles, Intertek vous aide à suivre le rythme de l'évolution technologique des véhicules. Des tests de sécurité de la batterie et de sa certification jusqu'aux tests simulés environnementaux, de durabilité et de performance, les services d'Intertek en matière de véhicules électriques offrent des solutions qui répondent aux besoins des fabricants et des ingénieurs d'aujourd'hui.

Pour en savoir plus à propos de nos services, contactez-nous dès aujourd'hui au 1-800-WORLDBLAB.

www.intertek.com/EV