



HAL
open science

Détermination de la répartition spatiale optimale des sources thermiques dans un plateau chauffant

Moaine Jebara, Sofiane Belhabib, Lionel Boillereaux, Michel Havet, Pierre Mousseau, Alain Sarda, Rémi Deterre

► **To cite this version:**

Moaine Jebara, Sofiane Belhabib, Lionel Boillereaux, Michel Havet, Pierre Mousseau, et al.. Détermination de la répartition spatiale optimale des sources thermiques dans un plateau chauffant. Congrès français de Thermique (SFT 2015), May 2015, La Rochelle, France. hal-02352944

HAL Id: hal-02352944

<https://hal.science/hal-02352944v1>

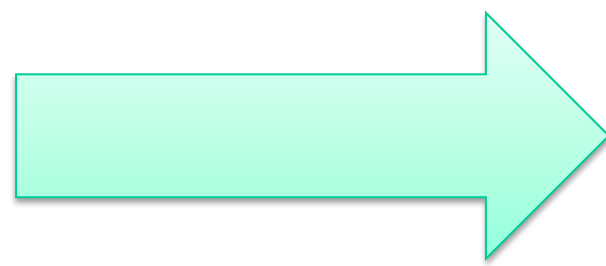
Submitted on 12 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Objectif :

Assurer la maîtrise du champ de température en tout point à la surface d'un outillage qui doit reproduire un champ consigne donné « T^{con} » à un instant « t », afin de chauffer un moule ayant une forme complexe.



Stratégie adoptée :

- Définition d'une courbe paramétrée « $y(x)$ » qui définit la répartition spatiale des sources de chauffage dans l'épaisseur du plateau.
- Utilisation d'une méthode inverse couplant un algorithme d'optimisation stochastique avec un code de calcul par éléments finis pour évaluer l'écart quadratique moyen de température à la surface du plateau entre la simulation et la consigne recherchée:

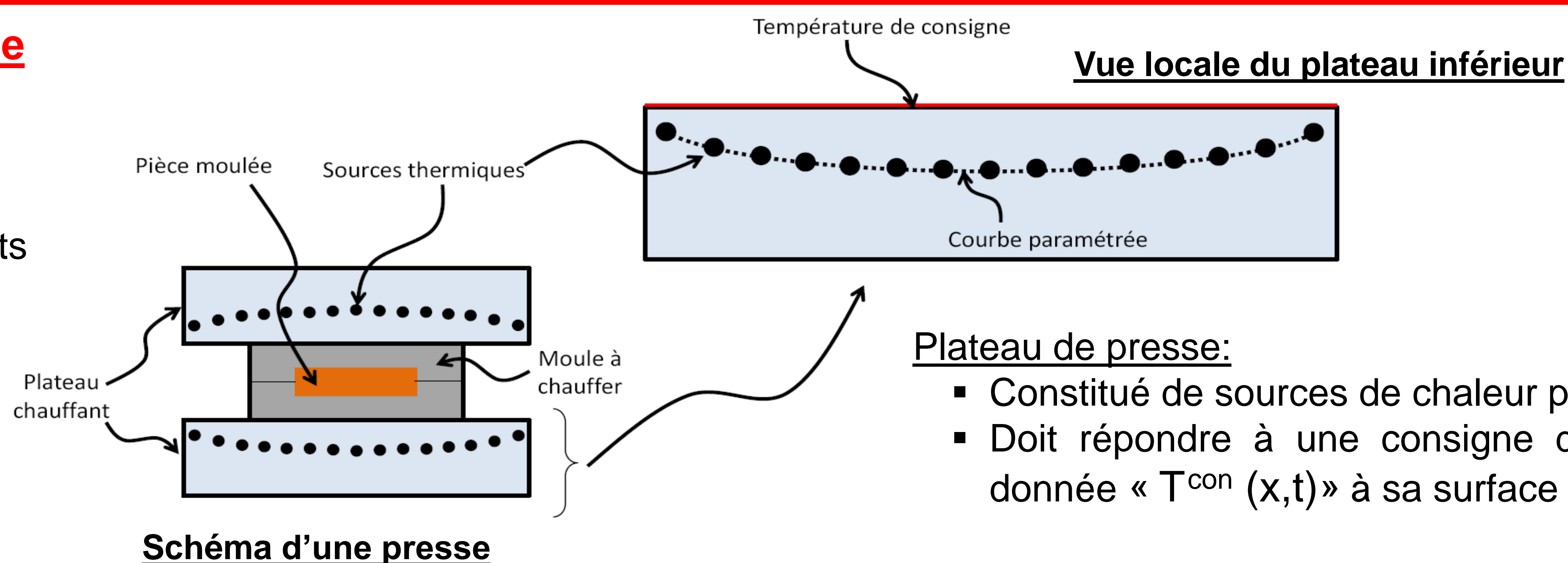
$$\Delta T = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=2}^{n-1} [T^{con}(x_i) - T^{sim}(x_i)]^2}$$

Présentation du système

Presse:

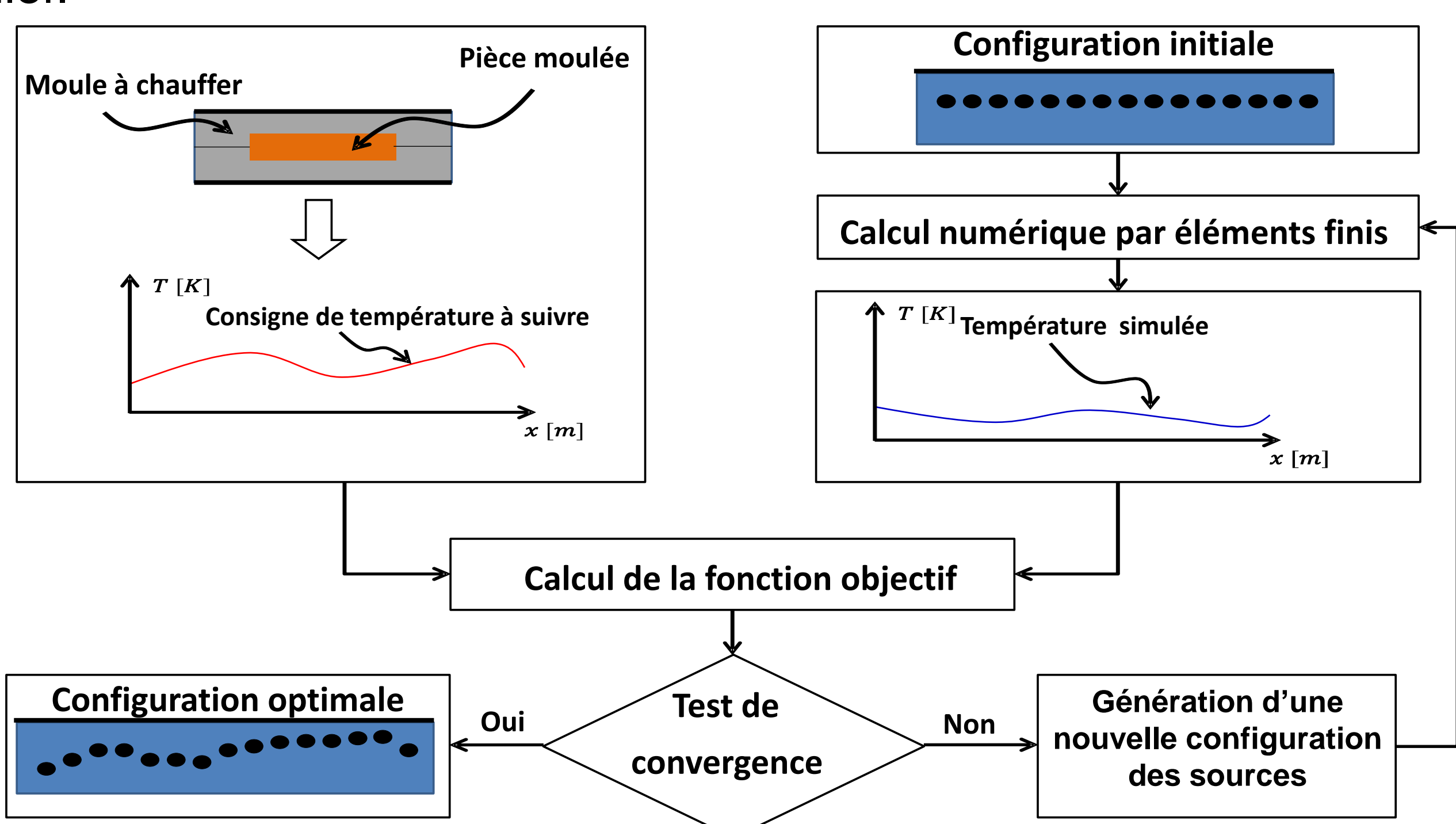
3 éléments principaux:

- Deux plateaux chauffants
- Moule
- Pièce moulée



Approche

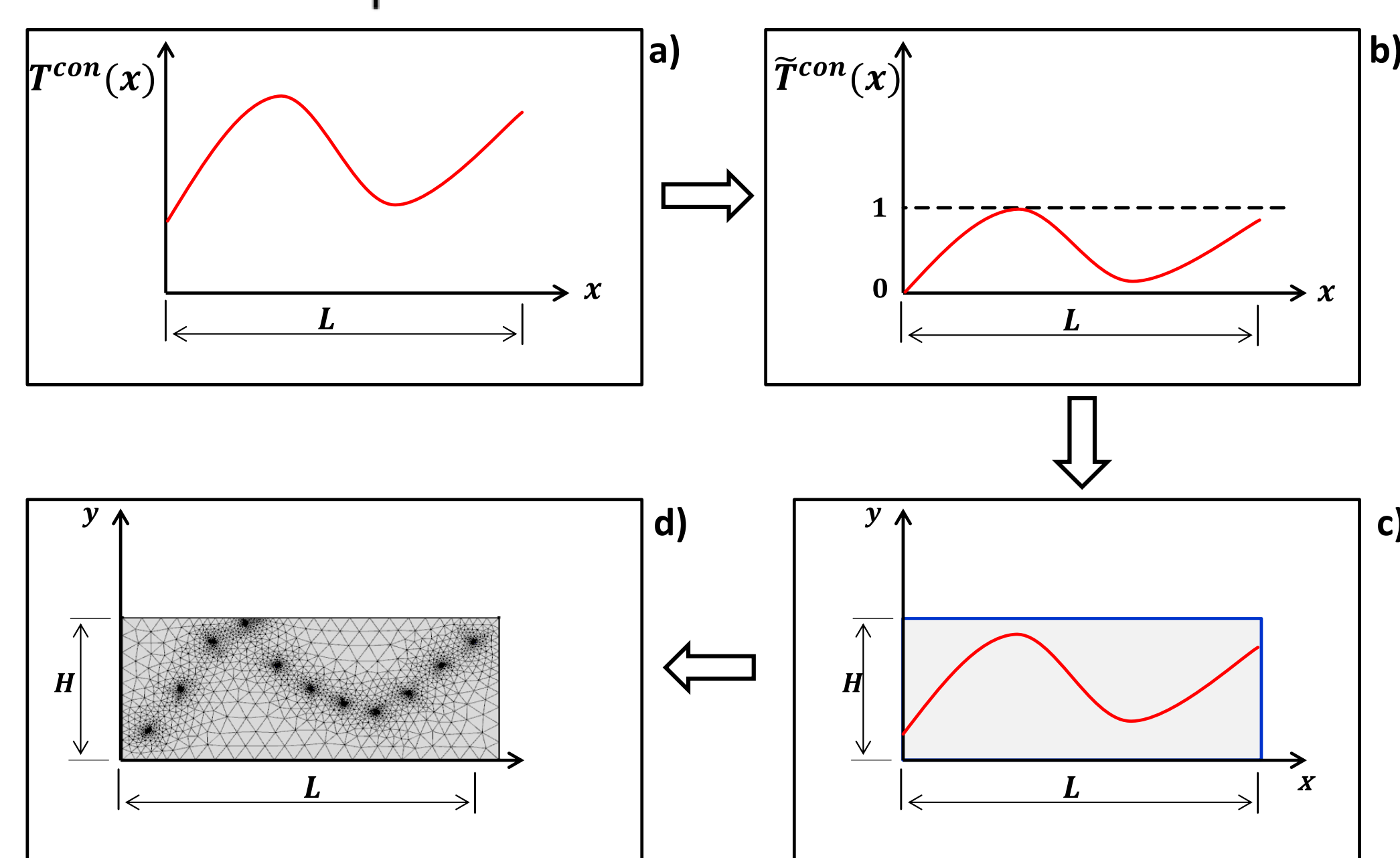
On dimensionne le plateau chauffant afin de répondre à un profil de température consigne recherché pour une cuisson optimale de la pièce à mouler.



Principe

Positionnement des sources: $y(x) = \alpha \times T^{norm}(x) + \beta$

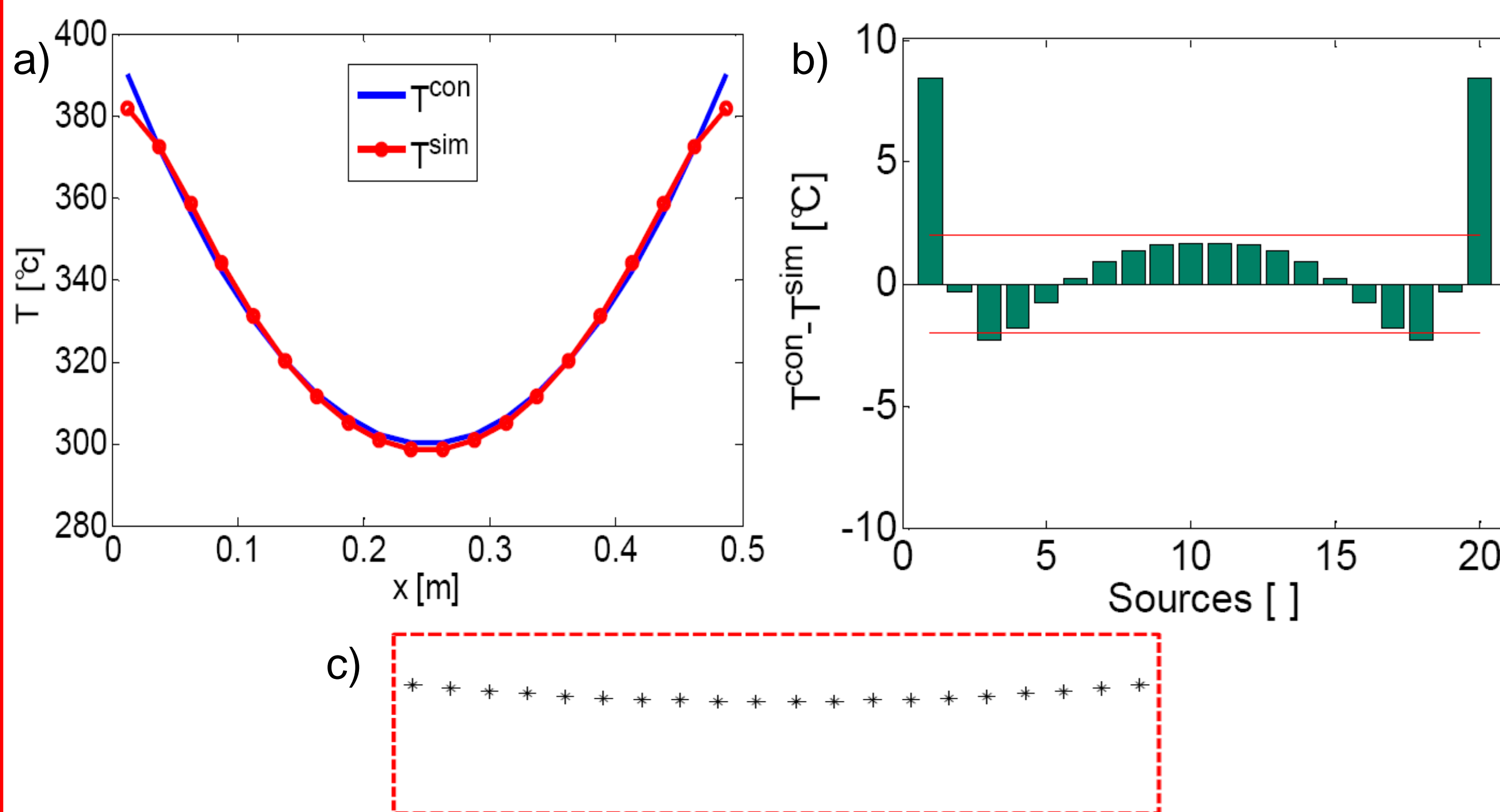
En positionnant toutes les sources selon le profil de la température consigne normalisée T^{norm} avec seulement deux paramètres α et β , on reproduit les isovalues à la surface du plateau



a) Profil de température souhaité T^{con} ; b) Courbe de température normalisée \bar{T}^{con} ; c) Courbe paramétrique $y(x, \alpha, \beta)$ définissant la position des sources dans le plateau et d) Modèle éléments finis avec « n » sources ponctuelles

Validation

Pour valider notre démarche, on cherche à reproduire un profil de température parabolique à la surface du plateau chauffant pour compenser les effets de bord par exemple.

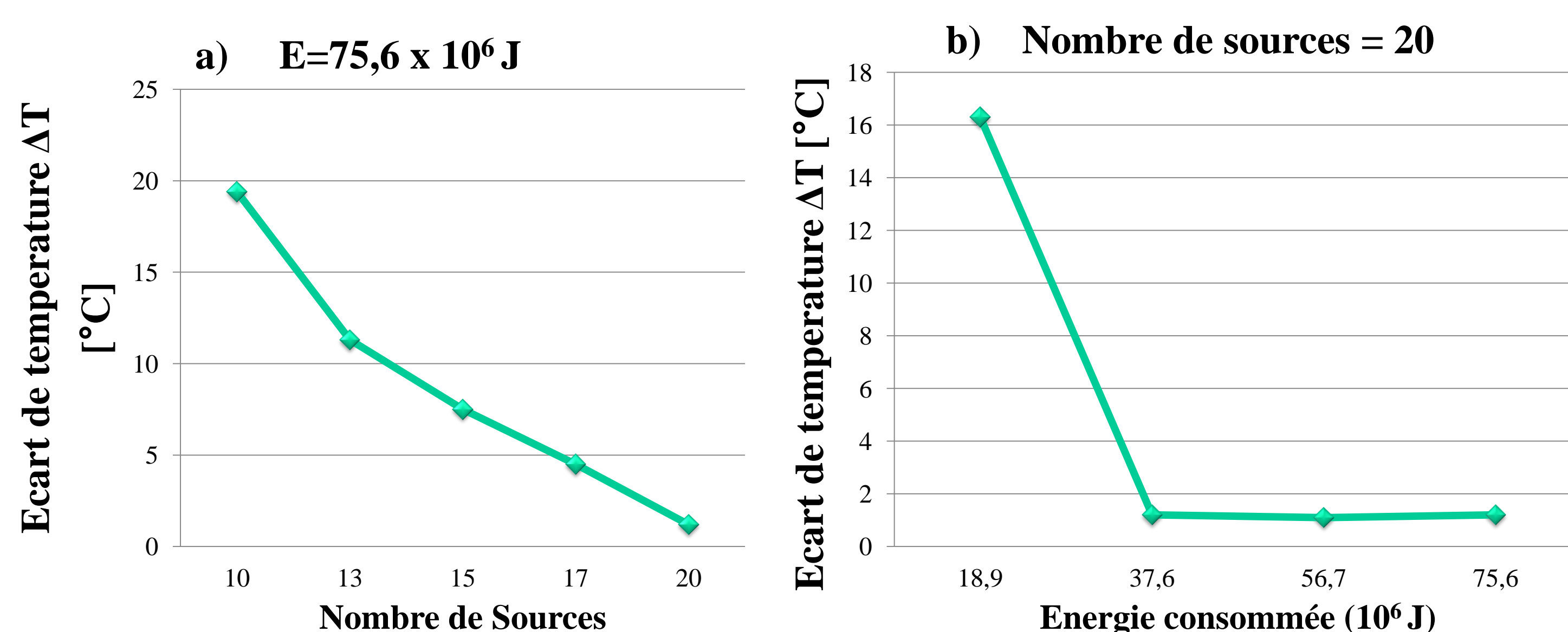


(a) Comparaison entre la température simulée à la surface du plateau et la consigne écart de températures (c) positions finales dans le plateau des sources thermiques

Etude énergétique

On peut dimensionner le plateau chauffant de façon à minimiser la consommation énergétique et le nombre de sources de chaleur en fonction d'un écart de température maximal donné:

- Pour une puissance donnée, 15 sources de chaleur suffisent pour avoir un écart de température $\Delta T < 10^\circ\text{C}$
- Pour 20 sources, on peut se contenter de 25% de la puissance max (Energie totale consommée = $75,6 \times 10^6 \text{ J}$) pour avoir un écart de température $\Delta T < 2^\circ\text{C}$



(a) Influence du nombre de sources et (b) de la consommation énergétique sur l'écart de température à la surface du plateau ΔT entre la température consigne et simulée

Conclusion

- ✓ Les sources de chaleur ont été placées afin de répondre à une consigne de température donnée.
- ✓ Cette méthode permet d'avoir un outil de dimensionnement pour les plateaux chauffants de presses.
- ✓ La méthode développée repose sur une approche d'optimisation nécessitant uniquement deux paramètres pour placer « n » sources de chaleur.

Travaux à venir

- Contrôle actif de la montée en température.
- Maîtrise de la vitesse de chauffe en fonction d'une température consigne dépendante du temps.
- Positionnement des sources de refroidissement.