

# Défi Céramiques Réfractaires!



Funded by  
the European Union

# Comment jouer

**Installation**: Mélangez le paquet et distribuez toutes les cartes équitablement à chaque joueur, face cachée.

**Début de la partie**: Le premier joueur regarde sa première carte et choisit une catégorie (par ex. Durée de vie, Coût, etc.) qu'il pense être plus élevée que celle de l'autre joueur.

**Comparer les valeurs**: Tous les joueurs révèlent leur première carte et comparent la valeur de la catégorie choisie.

**Remporter le tour**: Le joueur ayant la valeur la plus élevée remporte le tour et prend toutes les cartes révélées, qu'il place sous sa pile.

**Tour suivant**: Le gagnant du tour choisit la catégorie du tour suivant.

**Poursuivre la partie**: Répétez les étapes 2 à 5 jusqu'à ce qu'un joueur ait toutes les cartes ou que les joueurs décident d'arrêter.

**Gagner la partie**: Le joueur ayant toutes les cartes ou le plus de cartes à la fin gagne.

Profitez de votre jeu!



# CESAREF

L'Union européenne, à travers les Actions Marie Skłodowska-Curie (MSCA), finance 15 doctorants qui mèneront des recherches afin d'accroître la durabilité des céramiques réfractaires dans les applications industrielles. Soutenus par des experts de premier plan issus du monde académique et de l'industrie, ces chercheurs appliqueront des techniques avancées pour aider plusieurs secteurs à forte intensité énergétique à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050.

Le projet CESAREF aborde cette problématique selon quatre axes clés : l'analyse du cycle de vie, la recherche fondamentale sur les matériaux, l'impact de l'utilisation de l'hydrogène et l'apprentissage automatique. Des méthodes de pointe, allant de la science synchrotron à la validation sur des modèles en conditions réelles, stimuleront l'innovation en matière de réfractaires durables.

Vous trouverez plus d'informations sur notre site web.

**Profitez de votre jeu!**



# La céramique, pas seulement utile en cuisine

Elles résistent à la chaleur extrême, à la corrosion et à l'usure, et sont indispensables dans la sidérurgie, le verre, le ciment, l'énergie, la pétrochimie ou même l'aérospatial.

Du revêtement des poches à acier aux navettes spatiales, en passant par la production du verre ou les armures ablatives, elles se cachent partout autour de nous. Leur impact sur notre quotidien est bien plus grand qu'on ne le pense !

Découvrez où l'on retrouve les céramiques sur notre site web.

Profitez de votre jeu!



# Stats

Sur chaque carte, vous trouverez des statistiques liées à l'objet en céramique représenté. Ce sont les suivantes :

**Durée de vie**: valeur indiquant la longévité moyenne d'un objet, notée sur une échelle de 1 à 100.

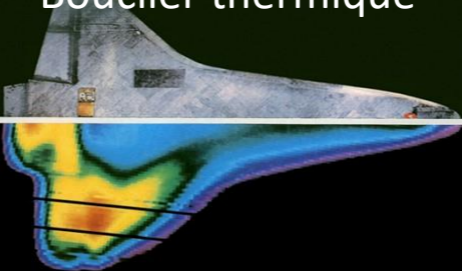
**Coût**: un coût moyen et raisonnable a été estimé pour chaque céramique et exprimé sur une échelle de 1 à 100. Lorsque plusieurs céramiques sont nécessaires pour constituer un objet (ex. briques d'une poche à acier), c'est le coût total de l'objet qui est pris en compte.

**Impact quotidien**: sur une échelle de 1 à 100, mesure de l'influence de cet objet en céramique sur la vie de tous les jours.

**Résistance**: sur une échelle de 1 à 100. Les céramiques résistent fortement à la chaleur, aux produits chimiques et aux contraintes mécaniques. Cette valeur reflète leur résistance globale.

**Température max.**: sur une échelle de 1 à 100. Température la plus élevée à laquelle le matériau peut être utilisé durablement.

# Bouclier thermique



Durée de vie	28
--------------	----

Coût	100
------	-----

Impact quotidien	8
------------------	---

Résistance	85
------------	----

Temp. Max.	1650 °C
------------	---------

Les tuiles en céramique sont essentielles à la protection thermique des engins spatiaux, fournissant une isolation contre la chaleur extrême de la rentrée. Chaque navette spatiale possède 24 300 tuiles conçues pour résister à cent voyages aller-retour dans l'espace.

## Creuset de verrerie (à base d'argile)



Durée de vie	76
Coût	63
Impact quotidien	45
Résistance	76
Temp. Max.	1750 °C

Récipient en argile réfractaire utilisé pour fondre et conserver le verre à haute température, il résiste aux chocs thermiques et à la corrosion, garantissant la pureté et la durabilité lors de son usage répété en verrerie.

## Plaques de four



Durée de vie	82
--------------	----

Coût	8
------	---

Impact quotidien	56
------------------	----

Résistance	100
------------	-----

Temp. Max.	1600 °C
------------	---------

Les plaques en carbure de silicium sont des supports solides pour la cuisson de céramique et poterie. Elles résistent à la déformation, à la corrosion et aux coulures d'émail. Leur faible porosité et légèreté les rendent idéales pour un usage répété.

# Brique d'incinérateur



Durée de vie	72
--------------	----

Coût	54
------	----

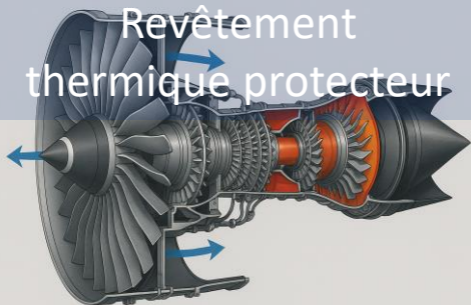
Impact quotidien	50
------------------	----

Résistance	75
------------	----

Temp. Max.	1700 °C
------------	---------

Les revêtements d'incinérateur protègent les parois du four contre la chaleur intense, la corrosion et l'abrasion. Ils améliorent l'efficacité énergétique et prolongent la durée de vie des équipements.

## Revêtement thermique protecteur



Durée de vie	38
--------------	----

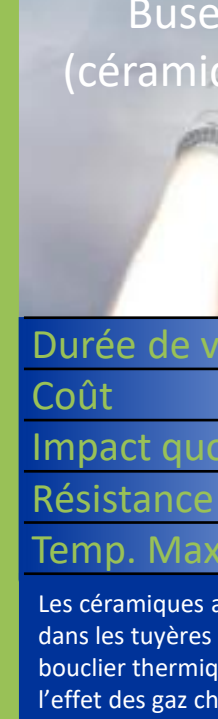
Coût	50
------	----

Impact quotidien	16
------------------	----

Résistance	95
------------	----

Temp. Max.	2200 °C
------------	---------

Les céramiques dans les turbines à gaz servent de revêtements thermiques sur les pales. Elles isolent les pièces métalliques de la chaleur extrême, permettant des températures plus élevées et une meilleure durabilité.



## Buse de fusée (céramique ablative)

Durée de vie	26
Coût	63
Impact quotidien	6
Résistance	40
Temp. Max.	3000 °C

Les céramiques ablatrices sont utilisées dans les tuyères de fusée comme bouclier thermique. En s'évaporant sous l'effet des gaz chauds, elles absorbent la chaleur et protègent la tuyère contre les défaillances.

# Cône d'échappement de turbine



Durée de vie	40
Coût	63
Impact quotidien	18
Résistance	86
Temp. Max.	2000 °C

Les céramiques comme l'alumine, l'aluminosilicate et le SiC résistent aux hautes températures et à la corrosion, offrant légèreté et durabilité dans les environnements extrêmes de gaz d'échappement des moteurs.

# Plaque de blindage



Durée de vie	95
--------------	----

Coût	63
------	----

Impact quotidien	3
------------------	---

Résistance	88
------------	----

Temp. Max.	2000 °C
------------	---------

Les tuiles en céramique dure (alumine, carbure de silicium, carbure de bore) qui fracturent les projectiles sont soutenues par des composites absorbant l'énergie. Elles offrent une protection légère et multi-impacts contre les balles perforantes.



## Filtre en mousse céramique réfractaire

Durée de vie	10
Coût	1
Impact quotidien	34
Résistance	76
Temp. Max.	800 °C

Filtres poreux et résistants à la chaleur, faits d'alumine, de carbure de silicium ou de zircone. Utilisés en fonderie, ils éliminent les impuretés des métaux en fusion et résistent aux hautes températures grâce à leur structure cellulaire ouverte.

# Filtres alimentaires



Durée de vie	12
Coût	10
Impact quotidien	62
Résistance	8
Temp. Max.	500 °C

Les filtres en céramique poreuse sont utilisés dans l'industrie alimentaire pour clarifier des liquides comme l'eau de coco ou le vin. Leur structure permet aussi d'éliminer les micro-organismes indésirables.



## Revêtement de poche à métal

Durée de vie	64
--------------	----

Coût	52
------	----

Impact quotidien	22
------------------	----

Résistance	90
------------	----

Temp. Max.	2800 °C
------------	---------

Les réfractaires à haute teneur en alumine et à base de mullite offrent une isolation thermique, résistent à l'abrasion et aux attaques chimiques, prolongent la durée de vie des poches et maintiennent la température du métal pendant la coulée.

## Convertisseur catalytique



Durée de vie	71
--------------	----

Coût	11
------	----

Impact quotidien	95
------------------	----

Résistance	68
------------	----

Temp. Max.	800 °C
------------	--------

Les céramiques réfractaires forment des structures en nid d'abeilles dans les pots catalytiques, offrant résistance thermique, solidité mécanique et grande surface pour les catalyseurs. Elles assurent un bon flux de gaz et un contrôle efficace des émissions.

## Couverture isolante pour four



Durée de vie	78
Coût	30
Impact quotidien	58
Résistance	26
Temp. Max.	1200 °C

Les fibres alumino-silicatées de haute pureté sont utilisées dans les couvertures d'isolation de four pour offrir une isolation légère, flexible et résistante aux températures extrêmes et aux chocs thermiques.

## Cuvette de toilette (porcelaine)



Durée de vie	98
--------------	----

Coût	6
------	---

Impact quotidien	100
------------------	-----

Résistance	52
------------	----

Temp. Max.	60 °C
------------	-------

Fabriquées en argile, feldspath et quartz, les cuvettes de toilettes sont moulées puis cuites pour devenir dures, non poreuses, résistantes à l'eau et faciles à nettoyer. Leur solidité et faible absorption d'eau en font un choix idéal pour la salle de bain.

# Plaque de cheminée en vitrocéramique



Durée de vie	90
Coût	8
Impact quotidien	74
Résistance	58
Temp. Max.	800 °C

Résistance élevée à la chaleur, dilatation thermique quasi nulle et transparence à la flamme. Cela garantit sécurité, durabilité et efficacité de la radiation thermique, tout en permettant une vue totalement dégagée sur le feu.


## Pierre à pizza en cordiélite



Durée de vie	94
Coût	2
Impact quotidien	70
Résistance	91
Temp. Max.	1300 °C

Les pierres à pizza en céramique retiennent la chaleur, la diffusent uniformément et résistent aux chocs thermiques. Leur porosité absorbe l'humidité de la pâte pour une croûte plus croustillante.

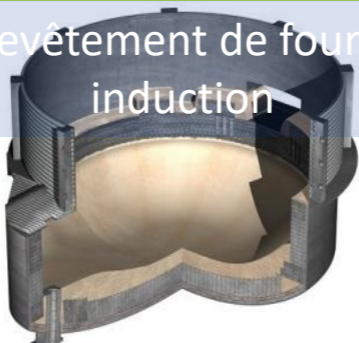
# Couronne dentaire en zirconie



Durée de vie	86
Coût	11
Impact quotidien	85
Résistance	78
Temp. Max.	1000 °C

Grâce à leur résistance, durabilité et biocompatibilité, les céramiques permettent des restaurations sans métal, durables et naturelles, même sous de fortes contraintes de mastication.

## Revêtement de four à induction



Durée de vie	52
Coût	50
Impact quotidien	32
Résistance	90
Temp. Max.	2800 °C

Four électrique à induction : il fait fondre les métaux de manière propre, efficace et contrôlée, sans combustion ni arc, idéal pour les fonderies modernes et la production précise d'alliages.

# Électrode de four en graphite

Durée de vie	54
Coût	38
Impact quotidien	38
Résistance	88
Temp. Max.	2500 °C

Dans les fours à arc électrique, ce matériau sert de source de carbone et de conducteur. Il permet de fondre le minerai de fer, d'éliminer les impuretés et de produire de l'acier avec formation de laitier.

# Roulements à billes en céramique



Durée de vie	85
--------------	----


Coût	3
------	---

Impact quotidien	1
------------------	---

Résistance	71
------------	----

Temp. Max.	1000 °C
------------	---------

Légers, compatibles avec le vide, non magnétiques et résistants à l'usure et à la chaleur, les roulements en céramique sont parfaits pour des applications telles que les satellites, les engins spatiaux, les équipements médicaux, les véhicules électriques et le matériel industriel.

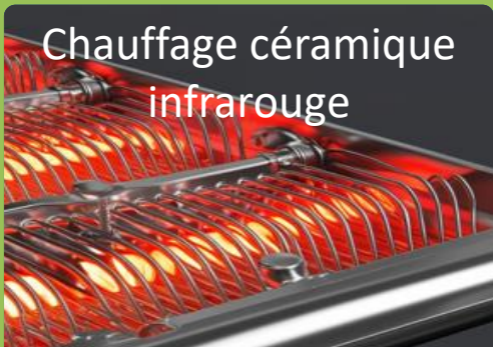


## Barbecue en céramique

Durée de vie	92
Coût	10
Impact quotidien	66
Résistance	80
Temp. Max.	600 °C

Le Kamado est un barbecue/fumoir en céramique offrant chaleur constante, cuisson uniforme et polyvalence : grillade, fumage ou cuisson avec contrôle précis de la température et consommation efficace de combustible.

# Chauffage céramique infrarouge



Durée de vie	14
Coût	3
Impact quotidien	80
Résistance	78
Temp. Max.	700 °C

Ces éléments assurent chaleur uniforme, stabilité thermique et chauffage rapide. Leur résistance à l'oxydation et à la corrosion les rend adaptés aux usages industriels, commerciaux et domestiques.

# Gilet pare-balles



Durée de vie	95
Coût	15
Impact quotidien	3
Résistance	88
Temp. Max.	1000 °C

Les inserts en céramique créent une barrière dure et légère, dispersant l'énergie des projectiles pour réduire la pénétration et augmenter la protection du porteur.



# Réfractaire mural de four

Durée de vie	80
Coût	50
Impact quotidien	60
Résistance	93
Temp. Max.	1700 °C

Les fours tunnel, à fonctionnement continu, servent à la production en série de céramiques. Les pièces passent sur des chariots à travers différentes zones de température pour une cuisson régulière et efficace.



# Isolateur porcelaine

Durée de vie	100
Coût	4
Impact quotidien	93
Résistance	82
Temp. Max.	300 °C

Les céramiques isolent efficacement l'électricité, résistent aux contraintes et aux intempéries, et supportent de hautes tensions pour garantir une transmission sûre et fiable.

## Tasse à café



Durée de vie	96
Coût	1
Impact quotidien	98
Résistance	50
Temp. Max.	200 °C

Bonne rétention de chaleur, durabilité, non-toxicité et facilité de nettoyage font des mugs en céramique le choix idéal, des parents épuisés aux étudiants qui révisent tard le soir.

# Wagon torpille



Durée de vie	44
Coût	66
Impact quotidien	24
Résistance	70
Temp. Max.	1600 °C

Le métal en fusion est transporté entre le haut fourneau et l'aciérie par chemin de fer. Des wagons isolés en forme de torpille, doublés de céramique réfractaire, retiennent la chaleur et assurent un transport sûr et efficace.



## Régénérateur thermique

Durée de vie	34
Coût	57
Impact quotidien	14
Résistance	32
Temp. Max.	700 °C

Les céramiques réfractaires absorbent et restituent rapidement la chaleur, tout en isolant. Elles renforcent le stockage d'énergie, la durabilité et l'efficacité dans les énergies renouvelables et l'industrie.

# Bain de verre flotté

tin bath  
2000°F

Durée de vie	70
Coût	79
Impact quotidien	44
Résistance	96
Temp. Max.	1900 °C

Le verre plat est obtenu en le faisant flotter sur un bain d'étain. Les réfractaires qui tapissent le bain assurent qualité, efficacité et durabilité du procédé.

# Freins céramiques



Durée de vie	83
--------------	----

Coût	11
------	----

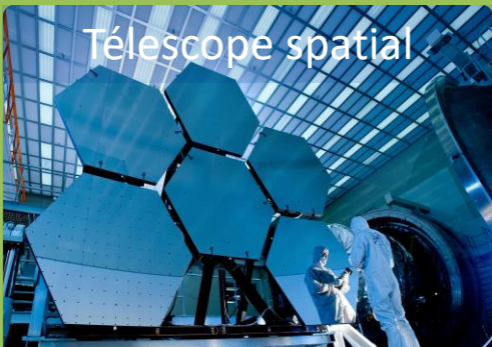
Impact quotidien	83
------------------	----

Résistance	75
------------	----

Temp. Max.	1600 °C
------------	---------

Les freins carbo-céramiques, légers et résistants à la chaleur, assurent un freinage puissant et constant, une longue durée de vie et moins de poussière.

# Télescope spatial



Durée de vie	24
--------------	----

Coût	83
------	----

Impact quotidien	3
------------------	---

Résistance	100
------------	-----

Temp. Max.	2000 °C
------------	---------

Les miroirs en carbure de silicium (SiC) offrent une grande rigidité, un faible poids et une excellente stabilité thermique, ce qui les rend idéaux pour les télescopes spatiaux nécessitant une imagerie précise et une durabilité dans des environnements extrêmes.

# Pas de tir



Durée de vie	24
--------------	----

Coût	83
------	----

Impact quotidien	4
------------------	---

Résistance	34
------------	----

Temp. Max.	3300 °C
------------	---------

Les réfractaires recouvrent les déflecteurs et tranchées de pas de tir, protégeant contre chaleur, usure et corrosion des gaz de fusée pour plus de sécurité et de durabilité.