



# Chimie Verte

Solvants “verts” et alternatifs - Sécurité -  
Qualité



# Chimie Verte

La prise de conscience croissante de l'impact environnemental des produits chimiques et des processus utilisés pour leur production a conduit au développement du concept de «chimie verte» dans les années 90. Paul T. Anastas et John C. Warner, travaillant à l'Agence américaine pour l'environnement (EPA) ont imaginé le concept des Douze Principes de la Chimie Verte en 1998.<sup>1</sup> Ils avaient défini que la Chimie Verte avait "pour but de concevoir des produits et des procédés chimiques permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses."

La chimie verte du XXI<sup>ème</sup> siècle a évolué. Aujourd'hui, derrière un procédé chimique il y a une conception globale qui prend en considération la nature et la quantité de matières premières et solvants mis en jeu dans l'optimisation des réactions, mais également qui se soucie de la dépense énergétique requise, de la réduction de déchets et leur revalorisation via le recyclage, en allant jusqu'à la diminution de l'impact analytique via des nouvelles techniques (chimie analytique verte).

CARLO ERBA Reagents, agissant comme acteur actif dans le développement et la promotion de la "Chimie Verte" vous propose un large choix de solvants verts et des services, tels que les conteneurs navettes, pour améliorer *votre* impact global de *votre* chimie.



<sup>1</sup> Anastas, P. and Warner, J. C., *Green Chemistry: Theory and Practice* 1998

# Solvants verts



En plus des "solvants verts" évidents tels que l'eau et l'éthanol, CARLO ERBA Reagents vous propose une gamme d'alternatives plus vertes aux solvants classiques :

- Cyclopentylméthyléther (CPME)
- Dihydrolévoglucosénone
- n,n'-Diméthylpropylèneurée (DMPU)
- 1,3-Dioxolane
- 2-Méthyltétrahydrofurane (2-MeTHF)
- 4-Méthyltétrahydropyrane (MTHP)
- 1,3-Propanediol

Tableau d'équivalence :

	Dichlorométhane (DCM)	Tétrahydrofurane (THF)	Diméthylsulfoxyde (DMSO)	Diméthylformamide (DMF)	tert-Butylméthyléther (MTBE)	Dioxane	Diéthyléther	Toluène	Xylène	N-Méthyl-2-Pyrrolidone (NMP)
2-MeTHF										
CPME										
DMPU										
MTHP										
1,3-Dioxolane										
Dihydrolévoglucosénone										

Retrouvez ici les propriétés physiques de ces alternatives plus "vertes" vs certains solvants usuels :

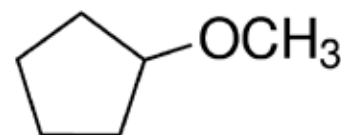
	CAS	MM (g/mol)	d 20°C (g/cm³)	BP [°C]	MP [°C]	FP [°C]	Viscosité (20°C) [cP]	Indice de réfraction (20°C)	Constante diélectrique (25°C)	Solubilité dans l'eau (23°C) [g/100g]	Solubilité de l'eau dans le solvant (23°C) [g/100g]	Azéotrope avec l'eau [°C]	Explosion range [vol%] (lower limit)	Explosion range [vol%] (upper limit)
<b>MeTHF</b>	96-47-9	86,14	0,85	80	-136	-11	0,6 (25°C)	1,41	7	14	4,4	71	1,5	8,9
<b>1,3-propanediol</b>	504-63-2	76,1	1,05	214	-26,7	129	0,52	1,44	—	∞	∞	—	2,6	16,6
<b>CPME</b>	5614-37-9	100,16	0,86	106	<-140		0,55	1,42	4,76	1,1	0,3	83(*)	1,1	9,9
<b>DMPU</b>	7226-23-5	128,18	1,06	246	-23	120	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Dioxolane</b>	646-06-0	74,08	1,07	75,6	-95	-6	0,6 (25°C)	1,40	7,34	∞	∞	71 (*)	2,1	20,5
<b>MTHP</b>	4717-96-8	100,16	0,86	105	-70	6,5	0,78	—	—	1,5	1,4	84,5	—	—
<b>Dihydrolévoglucosénone</b>	53716-82-8	128,11	1,25	227	-20	108	14,5	1,47	~3,4	∞	∞	—	non disponible	
<b>DMF</b>	68-12-2	73,10	0,95	153	-61	58	0,80	1,42	—	∞	∞	—	2,2	16
<b>NMP</b>	872-50-4	99,13	1,03	202	-24	93	1,65	1,47	—	∞	∞	—	1,3	9,5
<b>MEK</b>	78-93-3	72,11	0,81	79,6	-86	-5	0,39	1,38	18	22,6	9,9		1,8	11,5
<b>THF</b>	109-99-9	72,11	0,89	65	-108,5	-14,5	0,55	1,41	7,58	∞	∞	64	1,84	11,8
<b>Diéthyléther</b>	60-29-7	74,12	0,71	34,6	-116,3	-45	0,245	1,35	4,20	6,5	1,2	34,2	1,85	48
<b>Dioxane</b>	123-91-1	88,11	1,03	101	11,8	12	1,31	1,42	2,23	∞	∞	87,8	2	22
<b>MTBE</b>	1634-04-4	88,15	0,74	55	-108,7	-28	—	1,37	—	4,8	1,5	—	1,6	15,1
<b>Dichlorométhane</b>	75-09-2	84,93	1,32	39,6	-97	—	0,43	1,42	11	1,32	0,14	—	13	22

# Cyclopentyl méthyl éther (CPME)



## Un solvant polyvalent

Les **caractéristiques physico-chimiques uniques** du CPME en font une excellente alternative "verte" à l'utilisation de solvants plus communs tels que le THF, le MTBE, le 1,4 dioxane et d'autres éthers. Ce solvant **réduit la quantité d'eau usée** et le besoin d'autres solvants lors de la phase d'extraction du produit désiré, grâce à son hydrophobicité. Le CPME a un point d'ébullition élevé et une stabilité accrue grâce à une formation plus faible de peroxydes comparée à des solvants analogues. Il est également stable en conditions acido-basiques<sup>1</sup>. Il peut être utilisé pour diverses réactions telles que Grignard<sup>2</sup>, la formation d'énolates<sup>1</sup>, ou transformations à base de Pd<sup>3</sup>.



CAS 5614-37-9  
MM 100.16g/mol  
Formule C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O  
BP 105 °C

### Avantages du CPME par rapport aux autres éthers

- Meilleure stabilité dans les milieux acido-basiques
- Point d'ébullition plus élevé
- Miscibilité dans l'eau limitée
- Peu volatil
- Résistance à la formation de peroxydes

Le CPME est disponible en qualité pour synthèse :

Description	Qualité	Cdt	Code
Cyclopentyl méthyl éther	RE - Puro	1l	P8010216
Cyclopentyl méthyl éther	RE - Puro	5l	P8010229
Cyclopentyl méthyl éther	RE - Puro	25l	P8010248

<sup>1</sup> Watanabe, K. et al. *Org. Process. Res. Rev.* **2007**, 11, 251

<sup>2</sup> Kobayashi, S. et al. *Asian J. Org. Chem.* **2016**, 5, 636

<sup>3</sup> Mao, J. et al. *Org. Lett.* **2014**, 16, 5304.

# n,n'-Diméthylpropylène urée (DMPU)



## L'alternative la "plus verte" pour les solvants dipolaires aprotiques

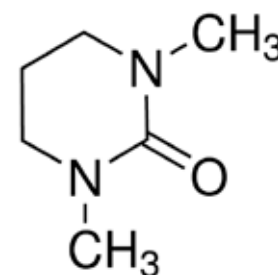
DMPU est un dérivé de l'urée, et est considéré comme la meilleure alternative "verte" aux solvants dipolaires aprotiques en raison de sa **toxicité réduite**.<sup>1</sup> Ses propriétés physiques et chimiques particulières en font un **solvant de choix pour les réactions SN2**<sup>2</sup> en contribuant à l'activation des nucléophiles.<sup>2</sup> Il est particulièrement conseillé pour les étapes finales de production d'API de haute valeur, dans le cas où les procédés traditionnels ne permettent pas d'obtenir parfaitement les exigences attendues. Le DMPU s'est révélé être aussi un bon substitut de l'hexaméthylphosphorique triamide (HMPT), produit carcinogène, comme co-solvant dans l'alkylation des lithium 1-alkinides, de la synthèse de la plupart des phéromones.<sup>3</sup>

### Avantages :

- Milieu réactionnel moins agressif
- Amélioration significative des rendements de production
- Moins dangereux à manipuler

Le DMPU est disponible en qualité pour synthèse :

Description	Qualité	Cdt	Code
n,n'-Diméthylpropylène urée	RE - Puro	500 ml	P8020218
n,n'-Diméthylpropylène urée	RE - Puro	1l	P8020216
n,n'-Diméthylpropylène urée	RE - Puro	5l	P8020229
n,n'-Diméthylpropylène urée	RE - Puro	25l	P8020248
n,n'-Diméthylpropylène urée	RE - Puro	200l	P8020268



CAS 7226-23-5  
MM 128.18g/mol  
Formule C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O  
BP 246 °C

<sup>1</sup> Byrne, F. P. et al. *Sustain. Chem. Process* **2016**, 4,

<sup>2</sup> Doolittle, R. E. *Org. Prep. Proced. Int.* **1980**, 12, 1.

<sup>3</sup> Lo, C.-C. et al. *J. Chem. Ecology* **1990**, 16, 3245.

# 1,3-Dioxolane

## *Un solvant respectueux de l'environnement*

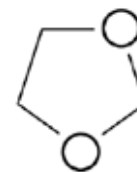
1,3-Dioxolane est un solvant **inodore, non toxique** et respectueux de l'environnement. Ses propriétés physiques, chimiques et toxicologiques permettent de le considérer autant comme un réactif qu'un solvant. Il peut être utilisé comme alternative au dichlorométhane, au dichloroéthane, à la méthyléthylcétone dans des conditions d'utilisation neutres ou basiques et au THF et DMSO dans des applications spécifiques. Il est utilisé le plu souvent dans l'industrie des polymères comme solvant et inhibiteur. Il peut également être utilisé comme constituant des batteries au lithium, dans les bains pour dépôts électrolytiques (Ni, Cu, Li), et les réactions organométalliques et inorganiques.

### Avantages :

- Sécurité renforcée (non cancérogène, toxique ou explosif)
- Utilisation plus aisée (inodore)
- Formation limitée de peroxydes
- Miscible dans l'eau et la plupart des solvants organiques

Le 1,3-Dioxolane est disponible en qualité pour synthèse :

Description	Qualité	Cdt	Code
1,3-Dioxolane	RE - Puro	1l	P8030216
1,3-Dioxolane	RE - Puro	5l	P8030222
1,3-Dioxolane	RE - Puro	25l	P8030249
1,3-Dioxolane	RE - Puro	200l	P8030268



CAS 646-06-0  
MM 74.08g/mol  
Formule  $C_3H_6O_2$   
BP 75.6 °C

# 2-Méthyltétrahydrofurane (2-MeTHF)

## *Une vraie alternative verte au THF et DCM*

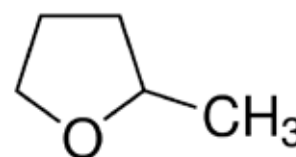
Il est issu de **sources renouvelables** et il garantit polyvalence, efficacité et réactivité supérieures dans les réactions de Grignard et autres réactions organométalliques<sup>1</sup>. Il s'agit d'un solvant **aprotique**, non miscible dans l'eau et particulièrement adapté aux réactions dans des environnements biphasiques tels que l'amidation par alkylation et les substitutions nucléophiles<sup>2</sup>.

### Avantages du 2-MeTHF par rapport au THF

- Point d'ébullition plus élevé (80 °C)
- Faible miscibilité dans l'eau
- Produit à partir de sources renouvelables
- Non irritant pour les yeux et les voies respiratoires
- Réduction de la formation de peroxydes
- Meilleure solubilité avec les réactifs de Grignard
- Azéotrope avec 10.6% d'eau

Le 2-MeTHF est disponible en qualité pour synthèse et HPLC :

Description	Qualité	Cdt	Code
2-Méthyltétrahydrofurane	RE - Puro	1l	P9960216
2-Méthyltétrahydrofurane	RE - Puro	2.5l	P9960221
2-Méthyltétrahydrofurane	RE - Puro	5l	P9960229
2-Méthyltétrahydrofurane	RE - Puro	25l	P9960248
2-Méthyltétrahydrofurane	RE - Puro	200l	P9960268
2-Méthyltétrahydrofurane	RS - HPLC Isocratic	1l	412681
2-Méthyltétrahydrofurane	RS - HPLC Isocratic	2.5l	412682



CAS 96-47-9  
MM 86,14 g/mol  
Formule  $C_5H_{10}O$   
BP 80 °C

<sup>1</sup> Silverman, G. S. and Rakita, P., *Handbook of Grignard Reagents*, Marcel Dekker, 1996.

<sup>2</sup> Ripin, D. and Vetellno, M., *Synlett* 2003, 15, 2353.

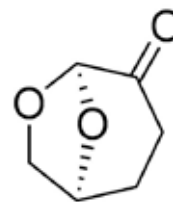
## Dihydrolvogluconone

### *Une alternative écologique au NMP et DMF*

Solvant aprotique dipolaire, la dihydrolvogluconone est entièrement biodégradable. Elle se décompose en effet en  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$ . Fabriquée à partir de cellulose, elle est **non mutagène et non génotoxique**. Cela en fait une **excellente alternative verte au NMP et DMF** (mais aussi au DMSO, DMAC et NEP), dans de nombreuses applications et réactions.

La dihydrolvogluconone est disponible en qualité pour synthèse :

Description	Qualité	Cdt	Code
Dihydrolvogluconone	RE - Puro	500 ml	434691



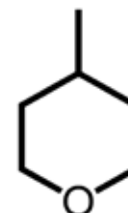
CAS 53716-82-8  
MM 128.11 g/mol  
Formule  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3$   
BP 227 °C

## 4-Méthyltétrahydropyrane(MTHP)

### *Une alternative innovante au THF*

Ce nouvel éther cyclique hydrophobe est un excellent substitut au THF ou 2-MeTHF dans différentes applications (réactions organométalliques, LAH réduction, ..). **CARLO ERBA Reagents propose ce solvant stabilisé au BHT dans deux qualités adaptées aux procédés de synthèse organique : « RS - ERBAdry® », la gamme de solvants anhydres avec son packaging innovant et « RE - Pure for synthèse ».**

Description	Qualité	Cdt	Code
4-Méthyltétrahydropyrane	RE - Puro	500 ml	P9990218
4-Méthyltétrahydropyrane	RE - Puro	1l	P9990216
4-Méthyltétrahydropyrane	RE - Puro	2.5l	P9990221
4-Méthyltétrahydropyrane	RS - ERBAdry®	100 ml	P99910D03
4-Méthyltétrahydropyrane	RS - ERBAdry®	1l	P99910D16



CAS 4717-96-8  
MM 100.16 g/mol  
Formule  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$   
BP 105 °C

**Pour plus d'informations, téléchargez le flyer dédié**



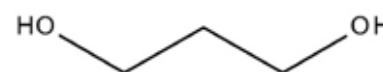
## 1,3-Propanediol

### *Un solvant issu de ressources renouvelables*

Le 1,3-propanediol que nous proposons est issu d'un procédé de fabrication à partir de ressources renouvelables (maïs). Il atteint la qualité et les performances de son équivalent pétrochimique. Il est biodégradable avec une faible toxicité, une meilleure stabilité thermique et moins de corrosion par rapport aux autres formulations à base de propylène glycol et éthylène glycol. Il est utilisé très fréquemment dans la fabrication de résines polyesters, la chimie des uréthanes ainsi que dans la production d'antigel et fluides de chaleur.

Le 1,3-Propanediol est disponible en qualité pour synthèse :

Description	Qualité	Cdt	Code
1,3-Propanediol	RE - Puro	1l	P8040216
1,3-Propanediol	RE - Puro	5l	P8040222
1,3-Propanediol	RE - Puro	190l	P8040268



CAS 504-63-2  
MM 76.09g/mol  
Formule  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$   
BP 214 °C

#### Avantages :

- Faible toxicité et biodégradabilité
- Bonne stabilité thermique
- Réduction de l'impact environnemental

## Service navette

*Conteneurs réutilisables en acier inoxydable pour optimiser la qualité des solvants et la gestion des déchets d'emballages*

### Sécurité améliorée

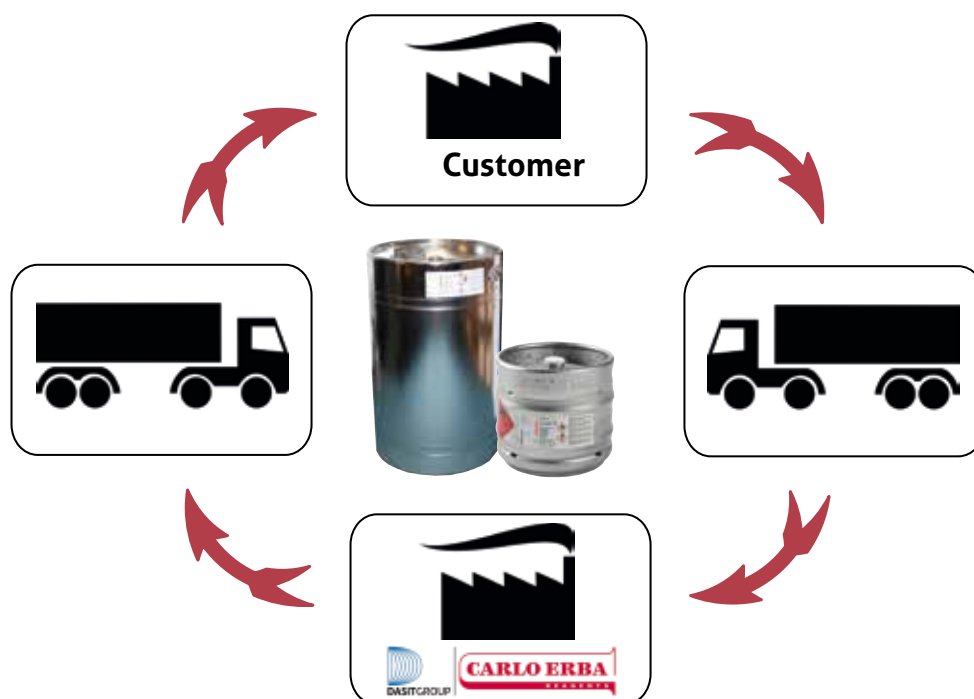
Manipulation et échantillonnage plus facile grâce à un large choix de connexions. Amélioration de la sécurité pour les opérateurs ainsi que pour le process en réduisant l'exposition aux solvants.

Pas de déchets d'emballages contaminés à éliminer.

### Impact environnemental

Zéro déchets d'emballage, réduction de l'empreinte carbone.

Economie liée à la destruction réglementée concernant les emballages perdus.



### Qualité préservée

La compatibilité chimique dans les navettes en acier inoxydable est identique à celle du verre et meilleure que dans le métal ou le plastique. Nos conteneurs navettes en inox sont entièrement soudés sans sertissage, source potentielle de contamination par le solvant. Tous les solvants sont compatibles avec l'acier inoxydable, même pour les plus hautes qualités.

### Logistique efficace

Chaque emballage est affecté à un seul produit et à un seul client pour réduire le risque de contamination croisée. Un nombre défini de navettes est assigné selon vos besoins avec des rotations régulières entre votre usine et la nôtre.

Il est calculé en fonction de la quantité de produit nécessaire à votre utilisation, le nombre de postes de travail, la durée de stockage et la fréquence de rotation.

**Les emballages navettes sont disponibles de 5 à 1000L. CARLO ERBA Reagents proposent également un ensemble d'accessoires standards et de systèmes de soutirage "sur demande" par poussée à l'azote ou distribution manuelle.**

***Téléchargez notre brochure dédiée "Shuttle service" sur notre site web***





CER FR/ CHIMIE VERTE/2024-08/Ed 03 All pictures and specifications included in this document are purely indicative and may be subject to change without notice.



#### ITALIA

CARLO ERBA Reagents S.r.l.  
Via Raffaele Merendi 22  
20007 Cornaredo (MI)

**Servizio Clienti**  
servizioclienticer@dgroup.it

**Informazioni tecniche**  
chemicals@cer.dgroup.it  
Tel.: +39 02 93 99 190  
Fax: +39 02 93 99 10 01



#### FRANCE

CARLO ERBA Reagents SAS  
Chaussée du Vexin,  
Parc d'affaire des Portes  
27106 Val de Reuil

**Service Client**  
serviceclient@cer.dgroup.it  
Tél.: +33 2 32 09 20 00  
Fax: +33 2 32 59 11 89



#### DEUTSCHLAND

CARLO ERBA Reagents GmbH  
Denzlinger Str. 27  
79312 Emmendingen

**Kundendienst**  
info.de@cer.dgroup.it  
Tel.: +49 07641 46 881 90  
Fax: +49 07641 46 881 919



#### ESPAÑA

CARLO ERBA Reagents S.A.  
Calle Filadors 35,  
6ª Planta Puerta 5  
08208 Sabadell (BCN)

**Servicio Cliente**  
serviciocliente@cer.dgroup.it  
Tel.: +34 93 693 37 35  
Fax: +34 93 724 31 68



#### ALL OTHER COUNTRIES

**Customer Service**  
export@cer.dgroup.it  
Ph.: +33 2 32 09 20 00  
Fax: +33 2 32 59 11 89



[www.carloerbareagents.com](http://www.carloerbareagents.com)