

pH et équilibre acido-basique

Origine des ions H⁺

Acides volatils	CO _{2d} : seul acide volatil, peut s'échapper de l'organisme, partiellement dissocié. pK = 6.1, ~20 000 mmol/L	
Acides fixes	Ne peut pas s'échapper de l'organisme. Totalement dissocié (comme acide fort).	
	Minéraux	Pas métabolisables, ~35mmol/j, ex : acide sulfurique
	Organiques	Métabolisables, ~2000mmol/j, ex : acide lactique

Élimination des ions H⁺

Métabolisme	Consomme sur place les H ⁺ , sans transport. Nécessite O₂ . Ex : Cycle de Krebs. <i>Pathologie</i> : hypoxie → acidose lactique → ↑ acide lactique. /! \ ↑ acide lactique ≠ hypoxie /! \ (ex : alcalose lactique avec apport de lactate)
Poumons	Consomme bicarbonate : H ⁺ + HCO ₃ ⁻ → CO _{2d} → CO ₂ volatile → éliminé par poumons
Rein	Pas de consommation de bicarbonate. H ⁺ _(urines) tamponné par les tampons urinaires.

Transport des ions H⁺

Système tampon : ne régule pas le pH, tamponne les variations et action immédiate. Bicarbonate : OUVERT	Principalement extracellulaire. Formules : pH = 6,1 + log $\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2d]}$; [CO _{2d}] = a * P _{CO2} (a = 0.03 mmol/L/mmHG)
Autres tampons : FERMES	Assimilables à un seul tampon fermé : AH/A ⁻ , pK = 6,8

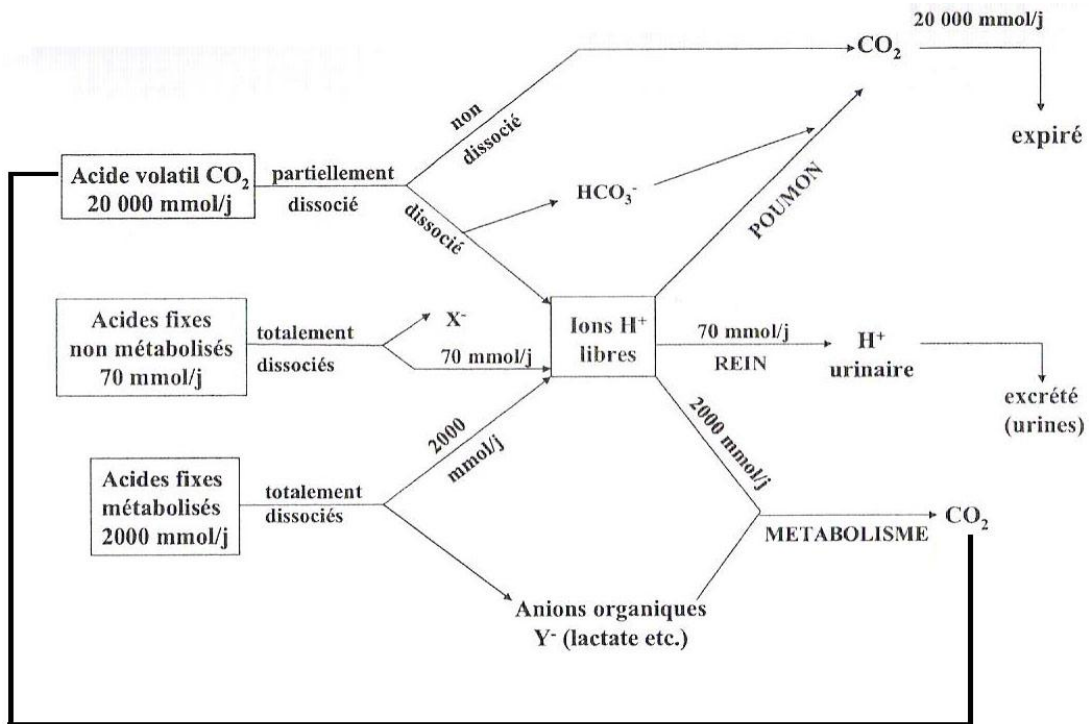
Fermés ⇔ [A⁻] + [AH] = cte. Fermé ≠ fixe. (Fixe = ne peut s'échapper de la solution, pas de l'organisme).

Efficacité des pouvoirs tampons

Capacité tampon	Nombre de mEq (⇔ mmol pour H ⁺) d'ions H ⁺ libres qu'il faut rajouter ou retrancher dans la solution tampon de volume donné pour faire diminuer ou augmenter le pH d'une unité (En mEq.U.pH ⁻¹)
Pouvoir tampon	Idem sauf que c'est dans un litre de solution. (et donc exprimé en mEq.L ⁻¹ .UpH ⁻¹). $P.T = -\frac{[H^{+}ajouté]}{\Delta pH}$

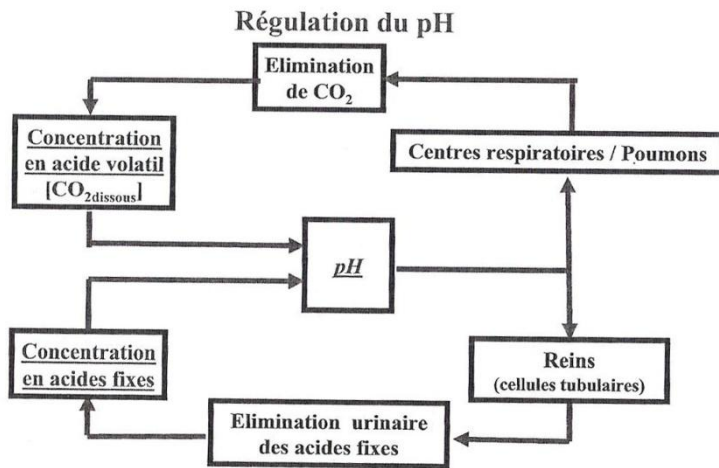
Mesure des pouvoirs tampons : titration

Ajout d'acide fixe :	$P.T = -\frac{\Delta[Cl^-]}{\Delta pH}$, [H ⁺] tamponné par HCO ₃ ⁻ et A ⁻ → Δ [Acides Fixes] = -Δ [HCO ₃ ⁻ + A ⁻] Il est impossible de connaître [Acide Fixes], seule sa variation est mesurable.						
Ajout d'acide volatil :	$P.T = -\frac{\Delta[HCO_3^-]}{\Delta pH}$, [H ⁺] tamponné par A ⁻ (tamponné par acides fermés).						
Résultats : (mEq/L d'ions H ⁺ /u de pH)	Milieu fermé : <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Plasmatisques (via protéines)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Erythrocytaire (via hémoglobine)</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Intracellulaire (via protéines)</td> <td>22</td> </tr> </table> Milieu ouvert : 45 → à [] égales, tampon ouvert est plus efficace que fermé.	Plasmatisques (via protéines)	4	Erythrocytaire (via hémoglobine)	30	Intracellulaire (via protéines)	22
Plasmatisques (via protéines)	4						
Erythrocytaire (via hémoglobine)	30						
Intracellulaire (via protéines)	22						



Régulation des ions H⁺

$$pH = 6,1 + \log \frac{[HCO_3^-]}{[CO_2d]} ; [CO_2d] = a \cdot P_{CO_2} \quad (a = 0.03 \text{ mmol/L/mmHG})$$



Normales

pH	7,4
[CO _{2d}]	1,2 mmol/L PCO ₂ = 40 mmHg
[HCO ₃ ⁻]	24 mmol/L
[CO ₂ total] dans le sang veineux	25 ± 3 mmol/L

Troubles acido-basiques

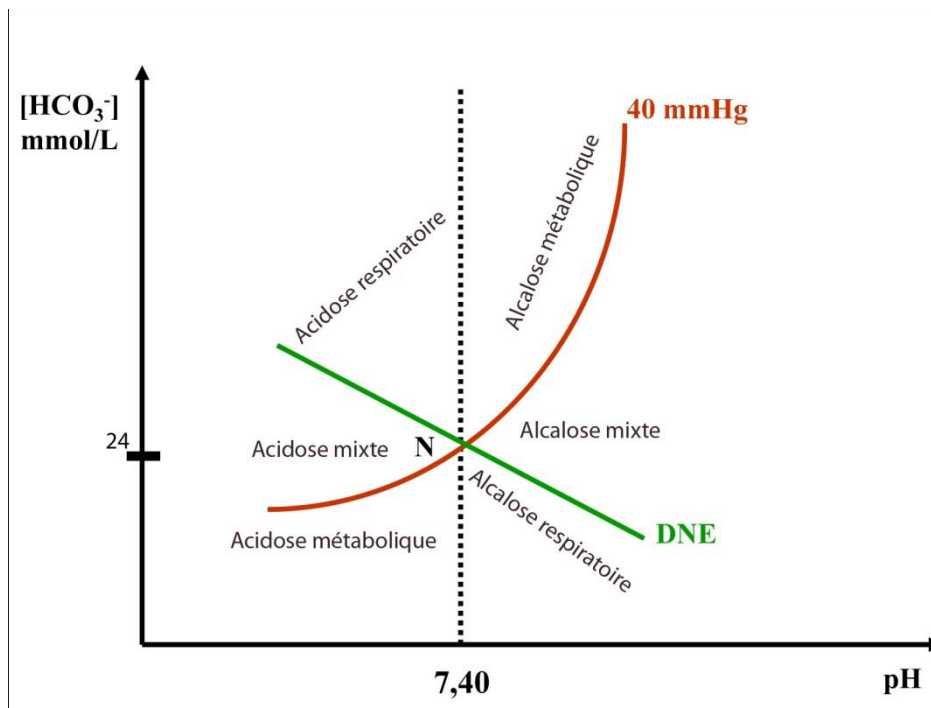
Anomalie de la concentration en acides fixes et/ou volatil.

Classification des troubles

Différents troubles	Respiratoires	Excès : acidose respiratoire $P_{CO_2} > 42$ mmHg Défaut : alcalose respiratoire $P_{CO_2} < 36$ mmHg
	Métaboliques	Excès : acidose métabolique Défaut : alcalose métabolique
	pH	Acidémie : $pH < 7,38$ Alcalémie : $pH > 7,42$
Nature des troubles	Pur	Anomalie ne porte que sur une seule classe d'acides .
	Compensé	Variation compensée par une variation dans le sens opposé de l'autre classe d'acide . Compensation totale : rétablit le pH à 7,40
	Mixte	Les 2 classes d'acides varient dans le même sens .
	Aigu	Début brutal (dure généralement peu de temps).
	Chronique	Dure longtemps (début généralement progressif).

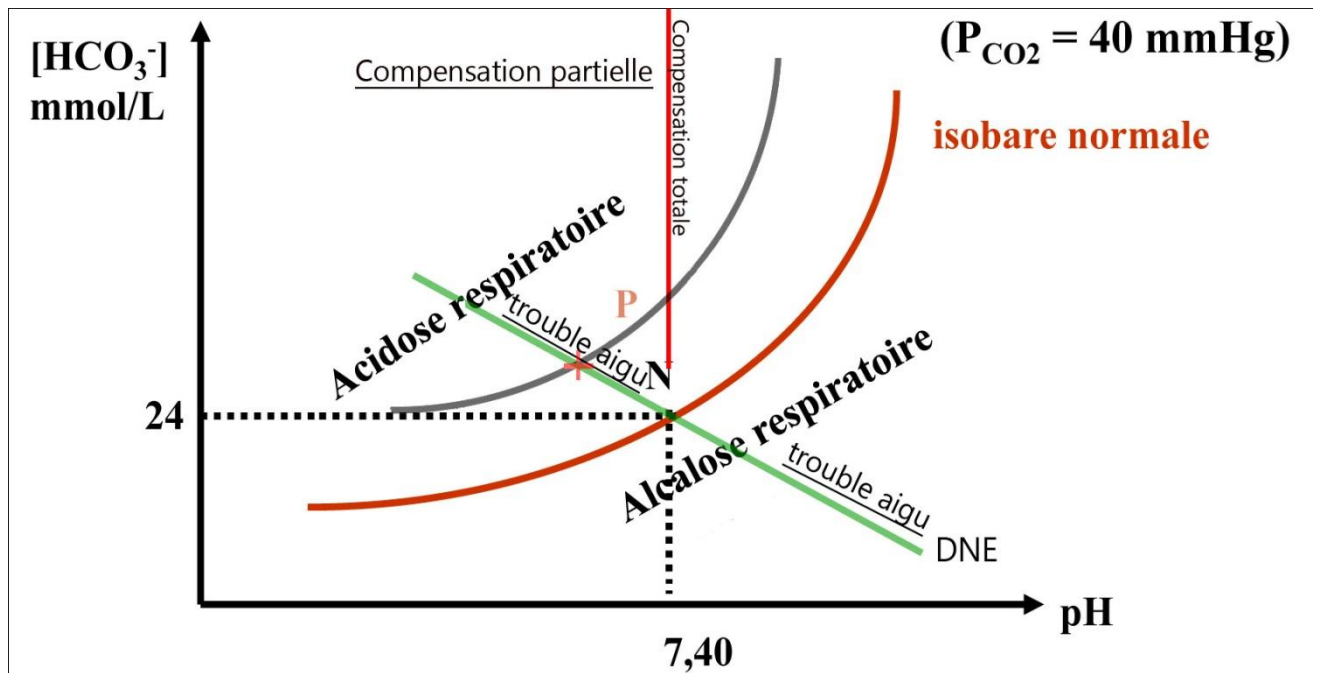
Diagramme de Davenport

Point N = état normal.



Isobares	Famille de courbes exponentielles correspondant à des P_{CO_2} différents. Isobare normale passe par N. Au dessus : Acidose respiratoire En dessous : Alcalose respiratoire
Droites d'équilibration	$\frac{-\Delta HCO_3}{\Delta pH}$: - pente DE : correspond à des concentrations en acides fixes différents. Droit d'équilibration normale (DNE) : passe par N. (diminué en cas d'anémie).

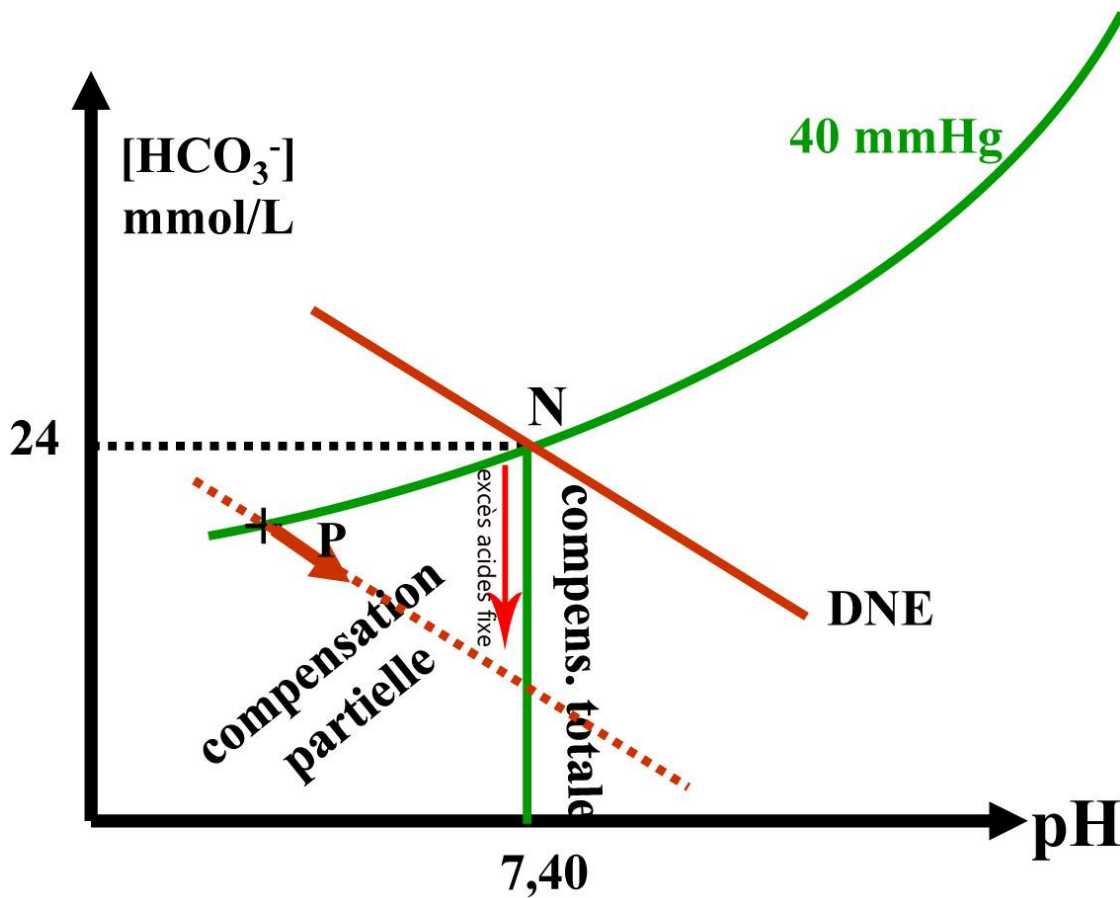
Troubles respiratoires



Hypoventilation	Augmentation P_{CO_2} → acidose respiratoire	
	Aigüe	Obstructive (obstacle, crise d'asthme). Neurologique (médicaments : morphine)
	Chronique	Obstructive : bronchite chronique Restrictive : fibrose pulmonaire Neurologique : poliomyélite
Hyperventilation	Diminution P_{CO_2} → alcalose respiratoire	
	Primitive (souvent aigüe)	Psychogène : émotion Organique : encéphalopathie Iatrogène : ventilation assistée
	Secondaire (souvent chronique), lié à l'hypoxie	Hypoxémie : séjour en altitude, fibrose pulmonaire Hypoxie tissulaire : anémie, diminution du débit cardiaque.

Aigüe	Sur la DNE, acidose respiratoire PURE. (concentration en acide fixe normale)
Chronique	Rein ↗ l'élimination de H^+ afin de compenser le trouble. Acidose respiratoire compensée → aggrave les variations de HCO_3^- .

Troubles métaboliques



Acidoses métaboliques	<i>Charge acide excessive</i>	Exogène : médicaments (aspirine), toxiques (antigel) Endogène : synthèse accrue (acidocétose diabétique), défaut de métabolisation (acidose lactique) Perte digestive de base : diarrhées aiguës
	<i>Défaut d'élimination rénale</i>	
Alcaloses métaboliques	<i>Pertes digestives d'acides fixes</i> : vomissements répétés. <i>Excès d'apports de bases</i> : pansements gastriques.	

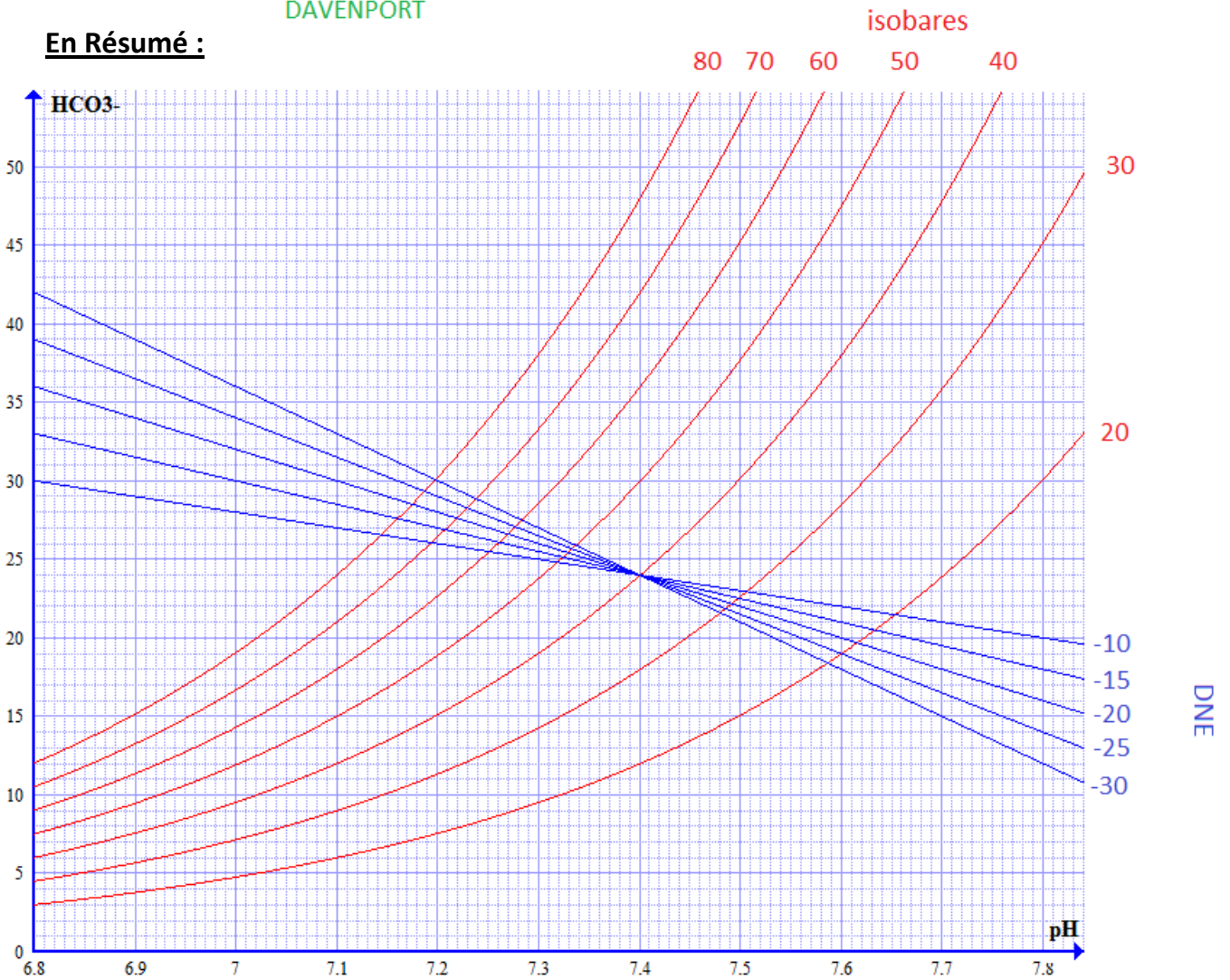
Pure	Sur l'isobare normale. (concentration en CO_{2d} normale).
Compensation pulmonaire	Hyperventilation $\rightarrow \uparrow [CO_{2d}]$ expiré \rightarrow stabilise le pH. Acidose métabolique compensée \rightarrow aggrave les variations de HCO_3^- . En absence de troubles métaboliques : P_{CO_2} = deux premières décimales du pH. Pas de compensation des alcaloses métaboliques : une hypoventilation entrainerait une hypoxie.

Calcul de l'excès d'acide fixe	= distance verticale entre DNE et la DE. <i>Une mesure in vitro n'a aucun intérêt.</i>
Calcul de l'excès de base fixe	= défaut de concentration en acides fixes = distance verticale entre DNE et la DE.

- \Rightarrow Nécessite la connaissance de la DE.
- \Rightarrow S'aider d'un diagramme de Daventport.

DAVENPORT

En Résumé :



Trouble Respiratoire : déplacement le long de la **DE**

$$pH = pK + \log \frac{[HCO_3^-]}{a P_{CO_2}}$$

$$[HCO_3^-] = a P_{CO_2} \cdot 10^{pH-6,1}$$

$$P_{CO_2} = \frac{[HCO_3^-] \cdot 10^{6,1-pH}}{a}$$

Trouble Métabolique : Déplacement sur l'**isobare**

$$pente DE = \frac{\Delta[HCO_3^-]}{\Delta pH} = - P. T.$$

$$\text{à pH fixé : } \Delta[acides fixes] = -\Delta[HCO_3^-]$$