



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Universités des Sciences et de la Technologie d'Oran. USTO - Mohamed Boudiaf

Faculté de Physique

Département: Génie Physique

Master II : Science Radiologie Et Imagerie

Présenté par : Abdelmadjid Fatima Zohra

Étude comparative du comportement électro-optique de deux détecteurs de rayonnement opérant dans le moyen infrarouge et utilisant comme éléments sensibles les alliages InAsSb et GaInAsSb.

Rapporteur : Dr. A.Cheriet

Plan de l'exposé

-Introduction(Généralités sur le rayonnement IR)

-Propriétés physiques des alliages : GaSb, GaAlAsSb, GaInAsSb et InAsSb.

-Caractéristiques et transport électronique dans les systèmes

$\text{GaAl}_{0.4} \text{As}_{0.034} \text{Sb}$ (p-n)/ $\text{InAs}_{0.9} \text{Sb}_{0.1}$ -(n) et

$\text{GaAl}_{0.4} \text{As}_{0.034} \text{Sb}$ (p-n)/ $\text{GaIn}_{0.15} \text{As}_{0.13} \text{Sb}$ -(p)

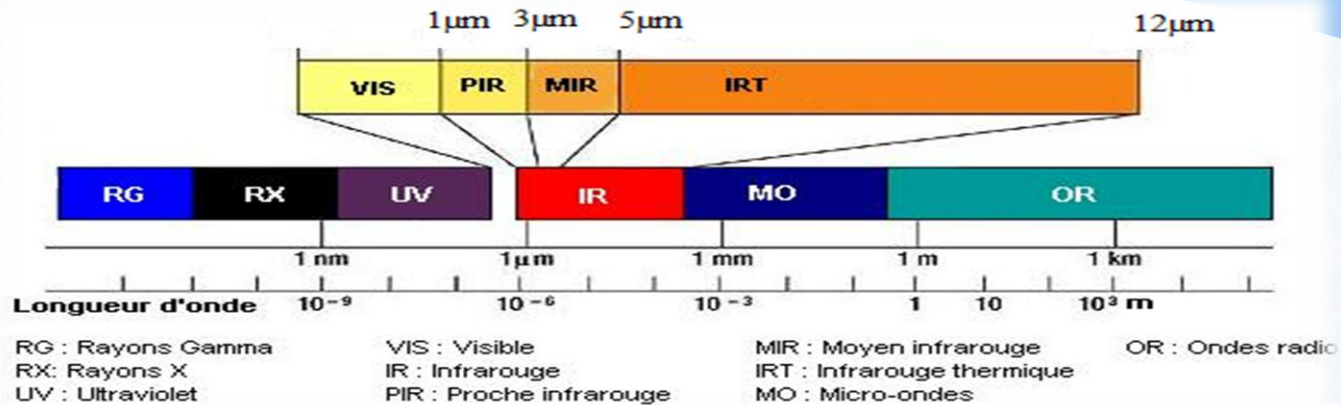
-Comportement électro-optique des systèmes

$\text{GaAl}_{0.4} \text{As}_{0.034} \text{Sb}$ (p-n)/ $\text{InAs}_{0.9} \text{Sb}_{0.1}$ -(n) et

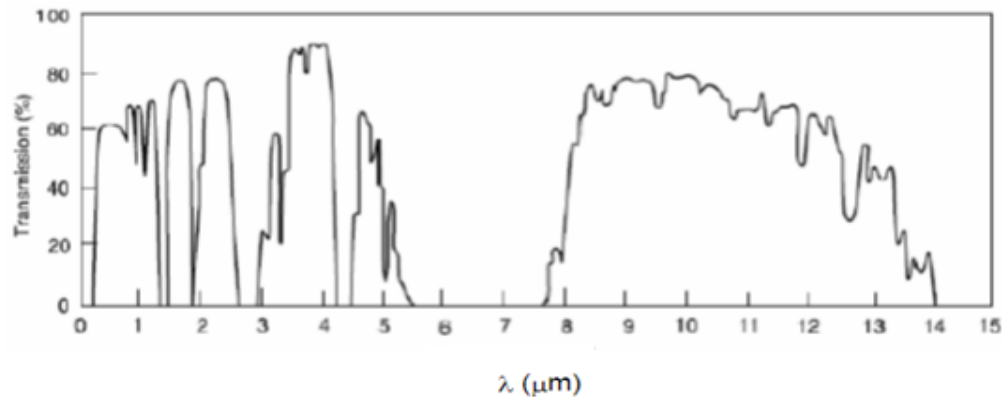
$\text{GaAl}_{0.4} \text{As}_{0.034} \text{Sb}$ (p-n)/ $\text{GaIn}_{0.15} \text{As}_{0.13} \text{Sb}$ -(p)

-Conclusion et perspectives.

Rayonnement électromagnétique infrarouge



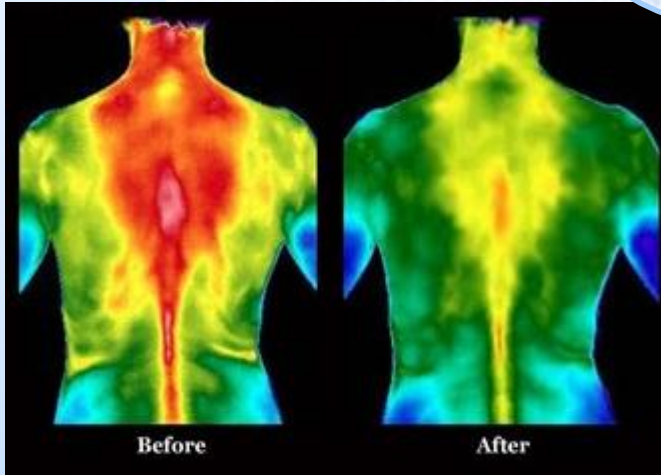
Spectre du rayonnement infrarouge



Transmission atmosphérique

Application

Applications thermographiques



Progression d'un traitement médical

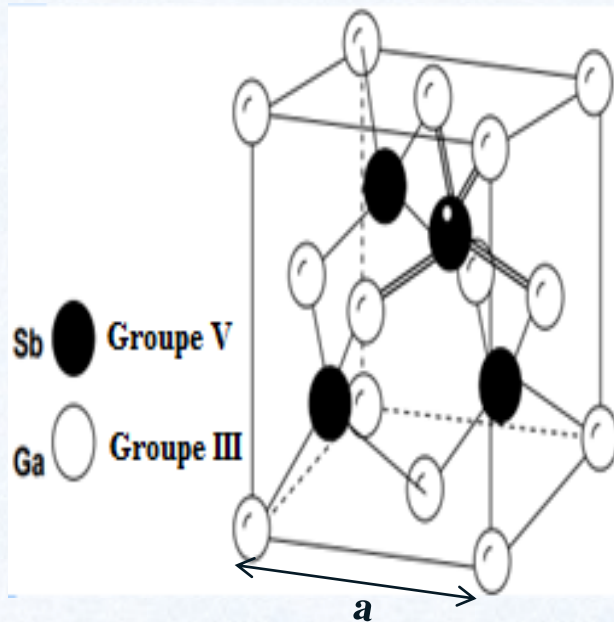


Vision nocturne

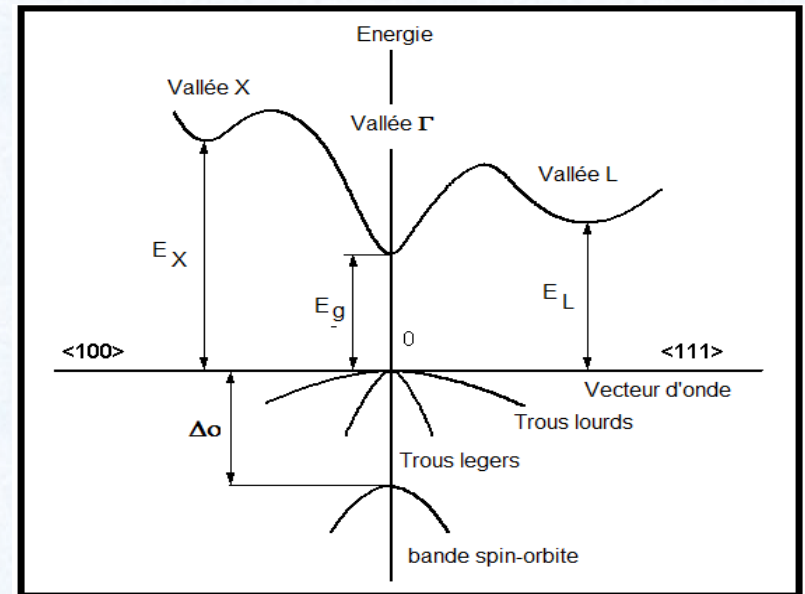


Surveillance industrielle

Propriétés physiques des semi-conducteurs : La filière 6 Angstrom GaSb, GaAlAsSb, GaInAsSb et InAsSb



**Structure zinc-blende
des antimoniures**



**Structures de bandes d'énergies,
(gap direct)**

Propriétés physiques des semi-conducteurs GaSb, GaAlAsSb, GaInAsSb et InAsSb

Méthode de calcul des propriétés des alliages binaires, ternaires et quaternaires

**Modèle de Varshni
pour les énergies en température**

$$E_{\text{transition}}(T) = E_{\text{transition}}(0) - \frac{\alpha_{\text{transition}} T^2}{\beta_{\text{transition}} + T}$$

Loi de Vegard

Pour $A_{1-x}B_xC$: $E_{\text{TER}}(x) = xE_{\text{BC}} + (1-x)E_{\text{AC}} + C_{\text{ABC}} x(1-x)$

Pour $A_{1-x}B_xC_yD_{1-y}$: $E_Q(x,y) = y[xE_{\text{BC}} + (1-x)E_{\text{AC}}] + (1-y)[xE_{\text{BD}} + (1-x)E_{\text{AD}}]$
 $- x(1-x)[yC_{\text{ABC}} + (1-y)C_{\text{ABD}}]$
 $- y(1-y)[xC_{\text{BCD}} + (1-x)C_{\text{ACD}}]$

Pour le reste des propriétés physiques:

$$E_{\text{TER}}(x) = xE_{\text{BC}} + (1-x)E_{\text{AC}}$$

$$E_Q(x,y) = y[xE_{\text{BC}} + (1-x)E_{\text{AC}}] + (1-y)[xE_{\text{BD}} + (1-x)E_{\text{AD}}]$$

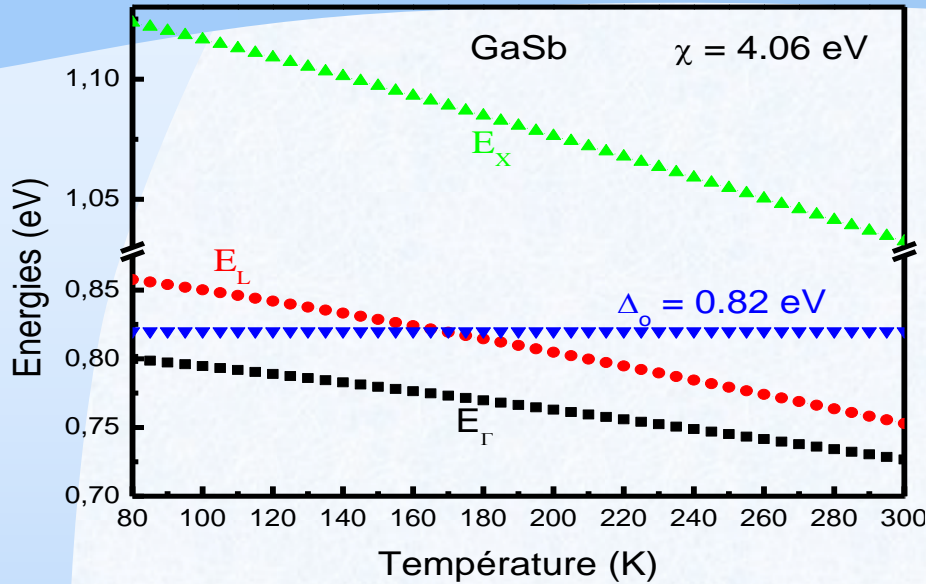
Densités électroniques

$$n_i = \sqrt{N_c N_v} e^{-E_g/2kT}$$

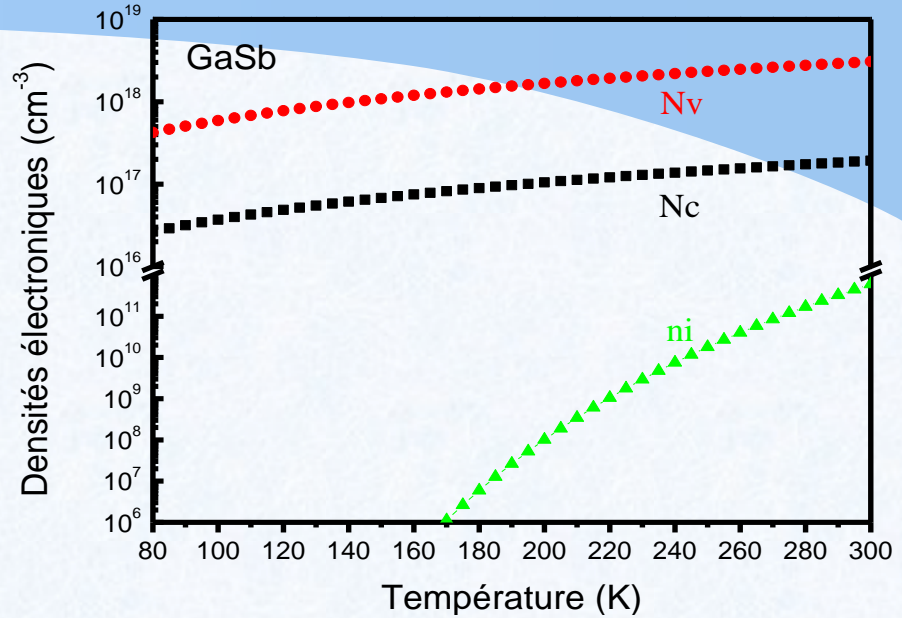
La mobilité des porteurs

$$\mu_{(e,h)}(N, T) = \mu_{\text{min}(e,h)} + \frac{\mu_{\text{max}(e,h)} (300/T)^{\theta_1} - \mu_{\text{min}(e,h)}}{1 + (N(N_{\text{ref}}/(T300))^{\theta_2})^\lambda}$$

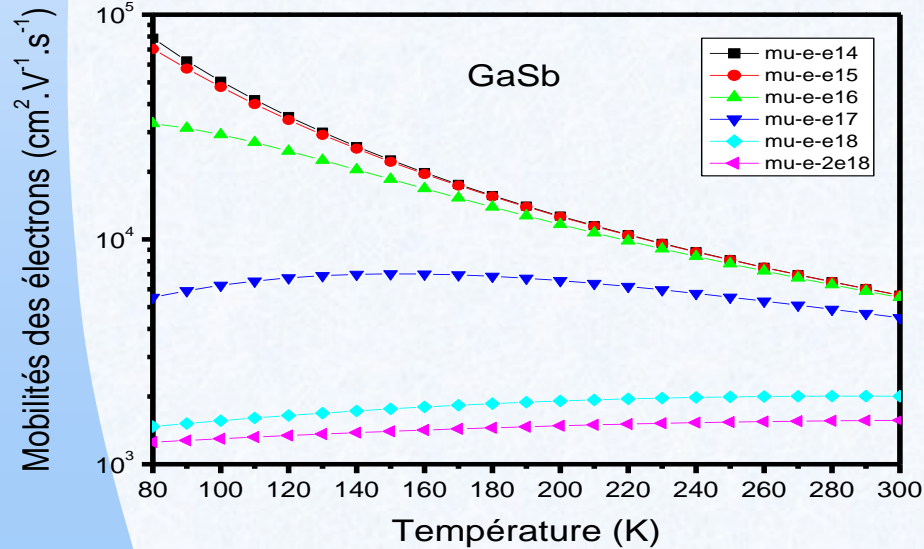
Cas de l'alliage binaire GaSb



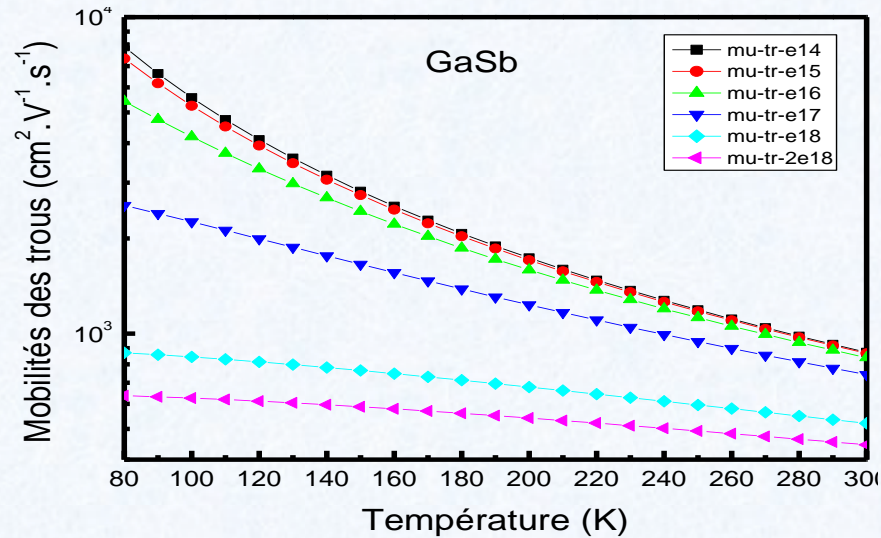
Energies de transitions



Densités électroniques

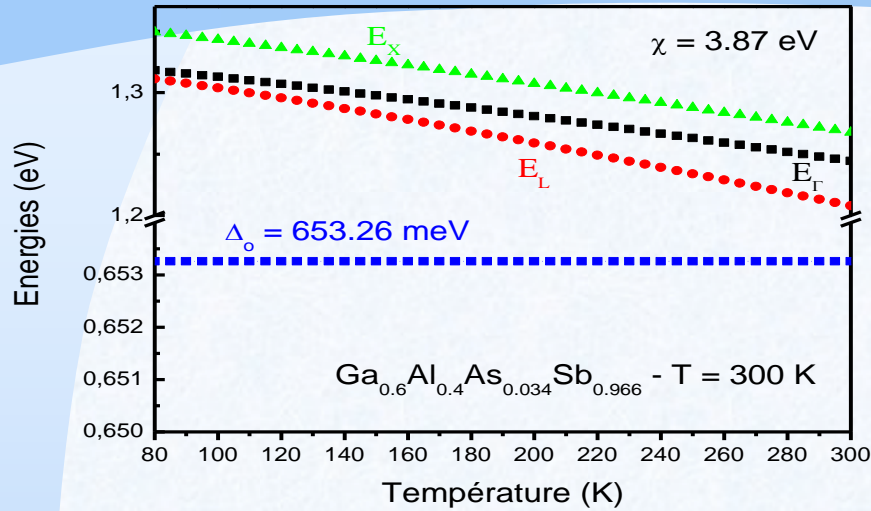


Mobilités des électrons

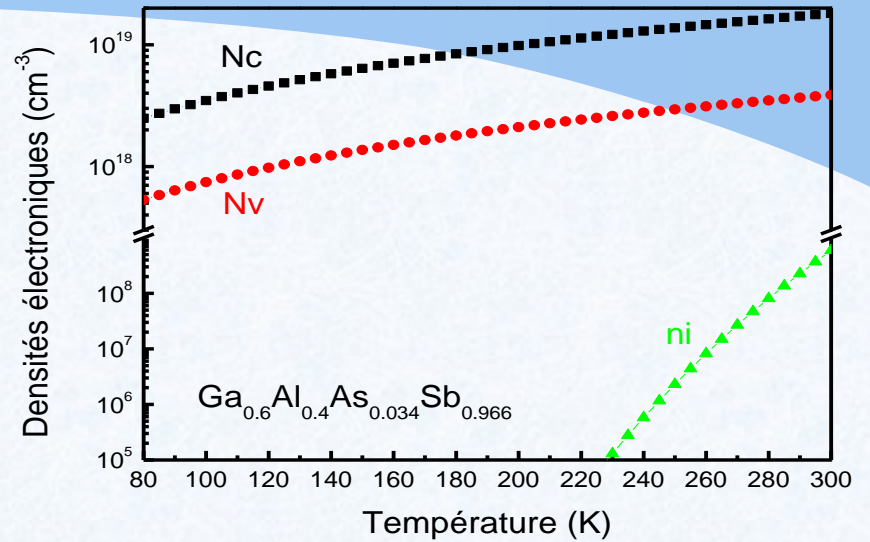


Mobilités des trous

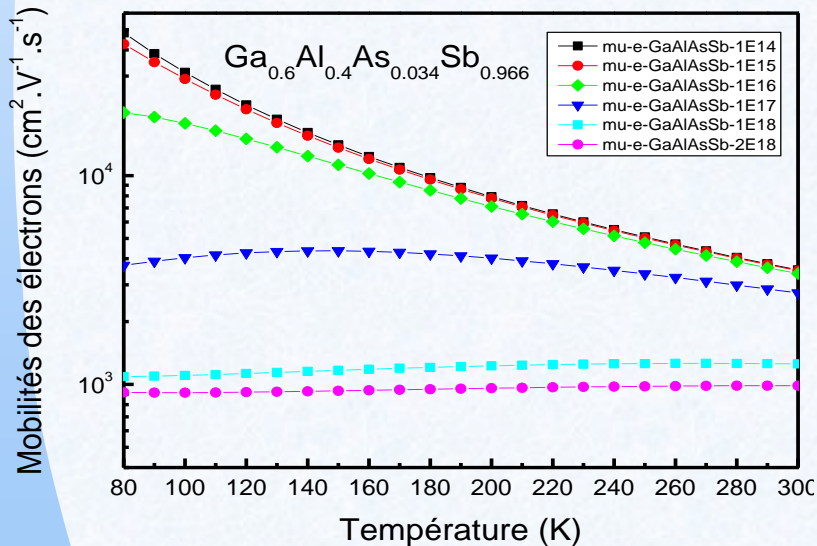
Cas de l'alliage quaternaire $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}_y\text{Sb}_{1-y}$



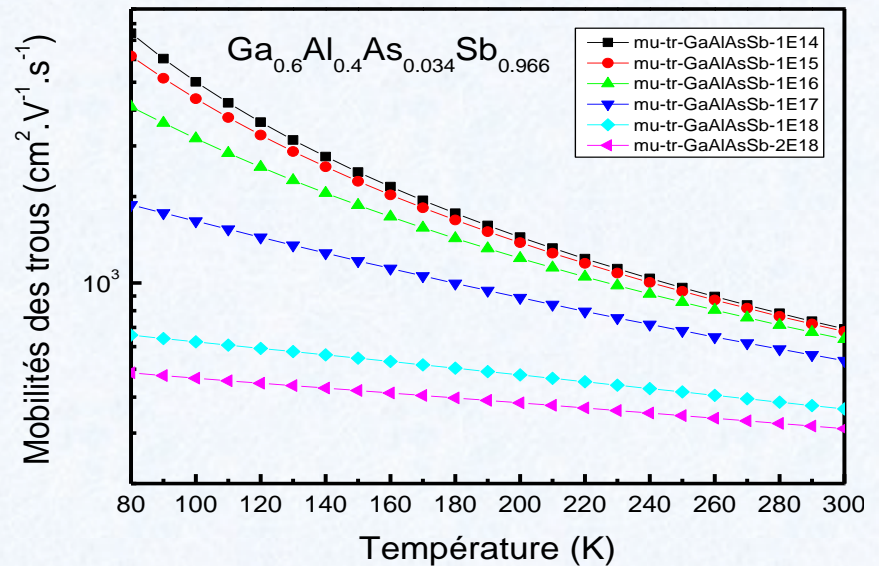
Energies de transitions



Densités électroniques

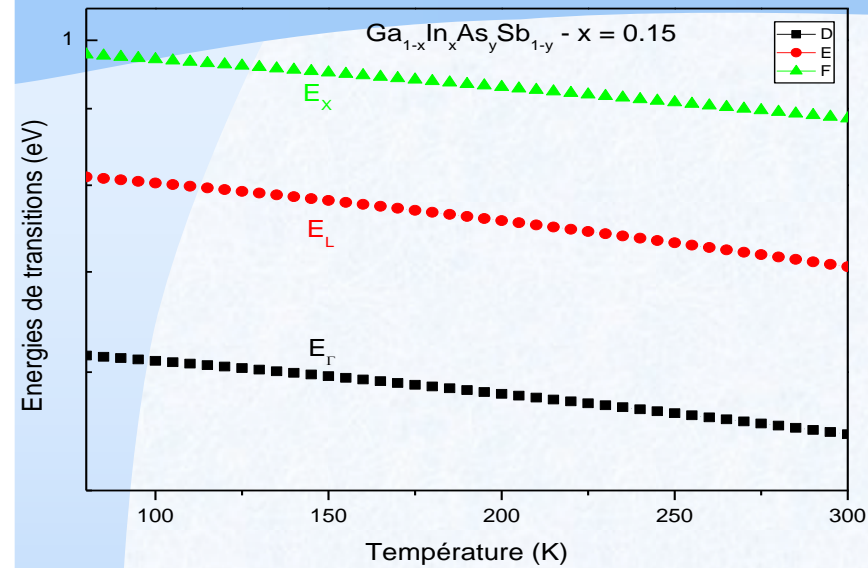


Mobilités des électrons

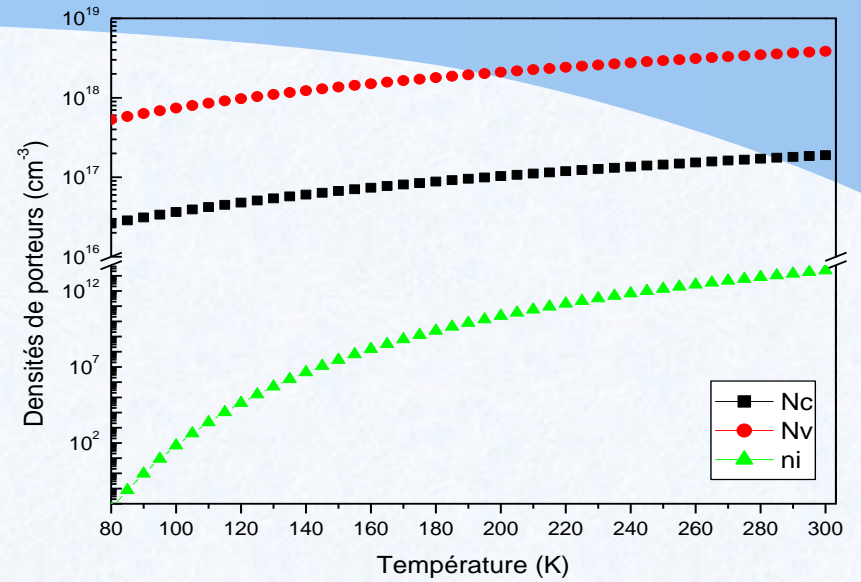


Mobilités des trous

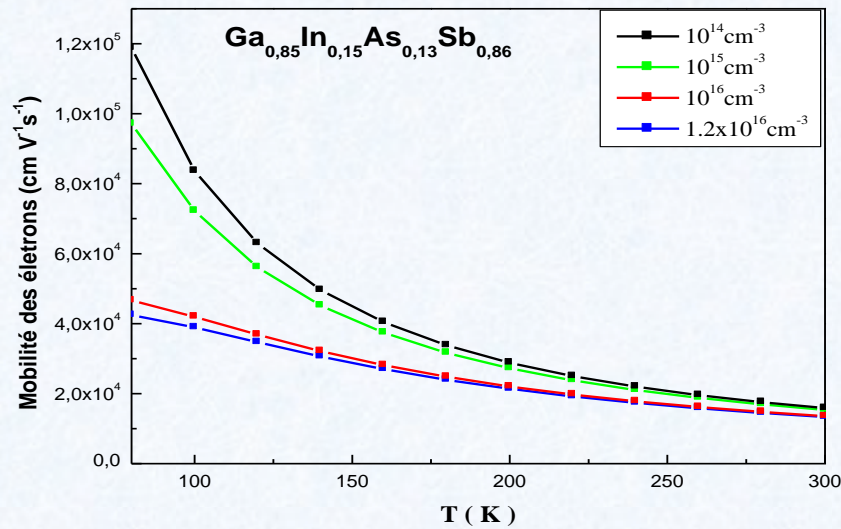
Cas de l'alliage quaternaire $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}_y\text{Sb}_{1-y}$



Energies de transitions

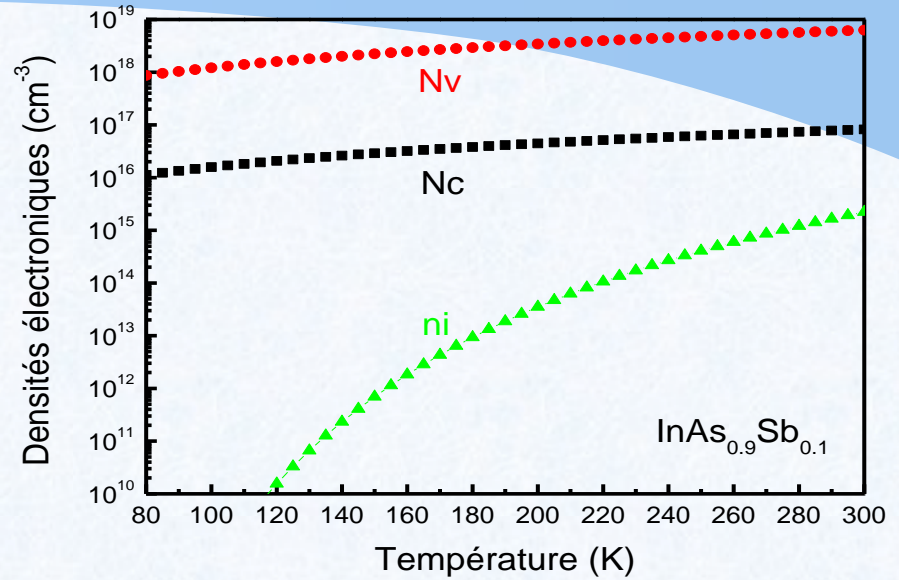
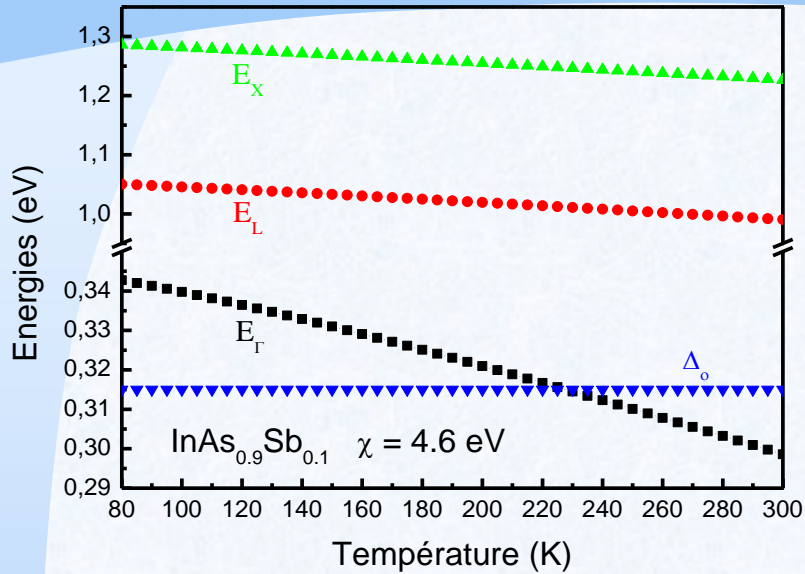


Densités électroniques



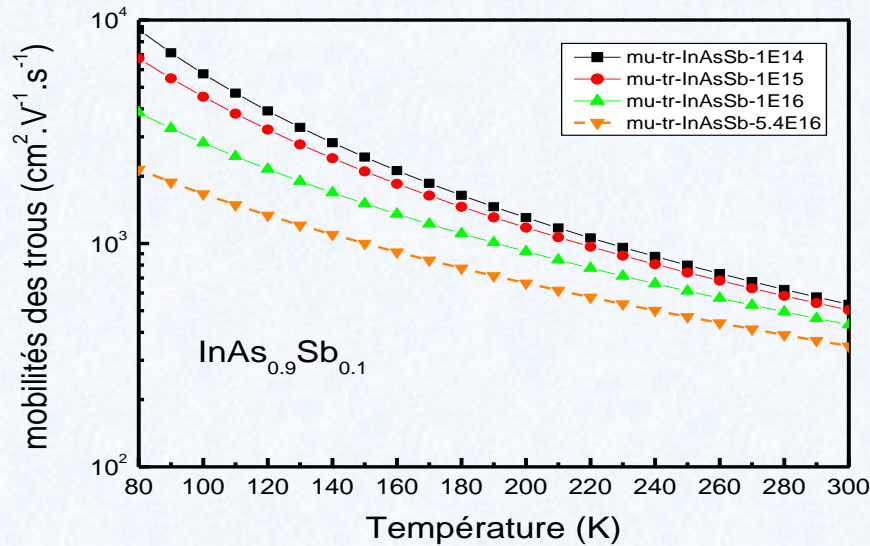
Mobilités des électrons

Cas de l'alliage ternaire InAsSb



Energies de transitions

Densités électroniques



Mobilité des trous

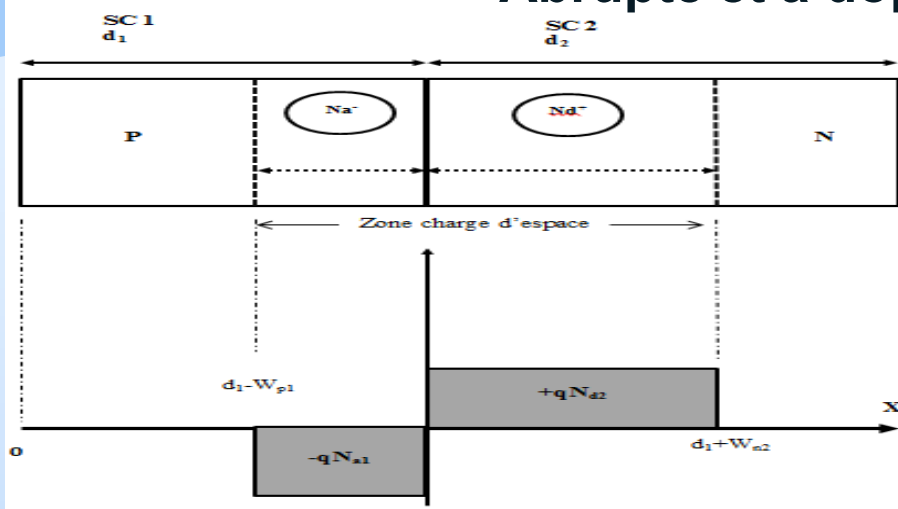
***Caractéristiques et transport électronique
dans les systèmes***

GaAl_{0.4}As_{0.034}Sb (p-n) / InAs_{0.9}Sb_{0.1}-(n)

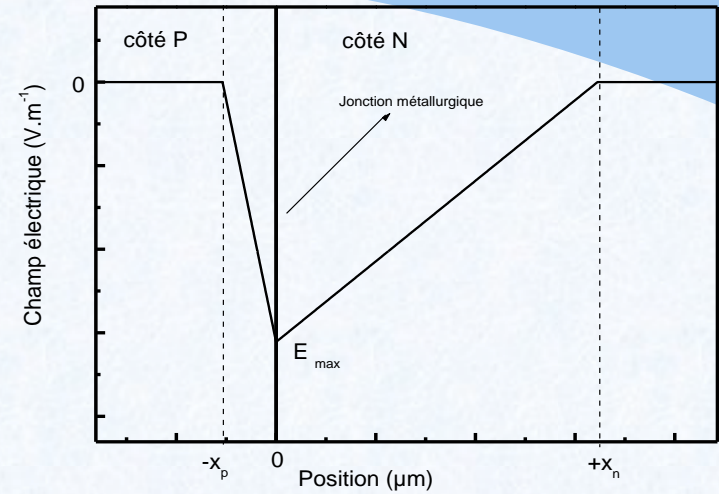
et

GaAl_{0.4}As_{0.034}Sb (p-n) / Galn_{0.15}As_{0.13}Sb-(p)

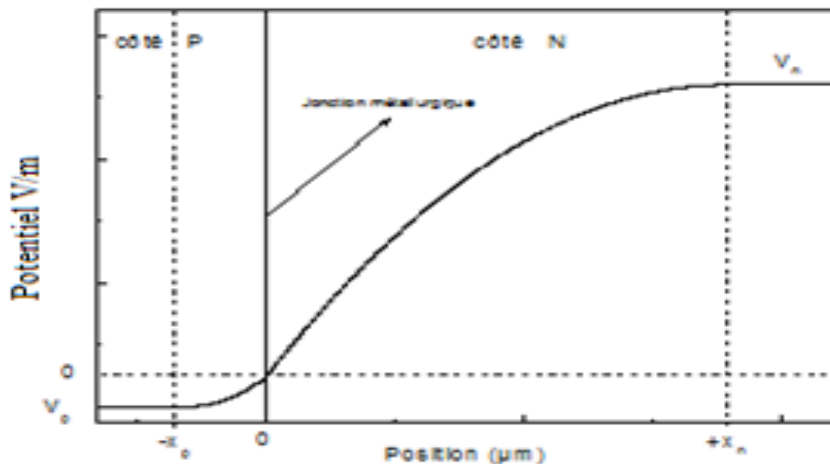
Les caractéristiques électriques d'une homojonction p-n Abrupte et à dopages uniformes



Dopages ou densité de charges



Champ électrique



Potentiel électrique

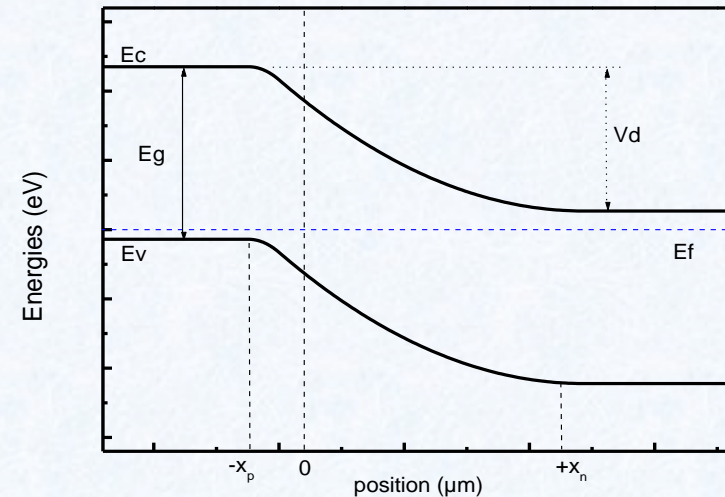
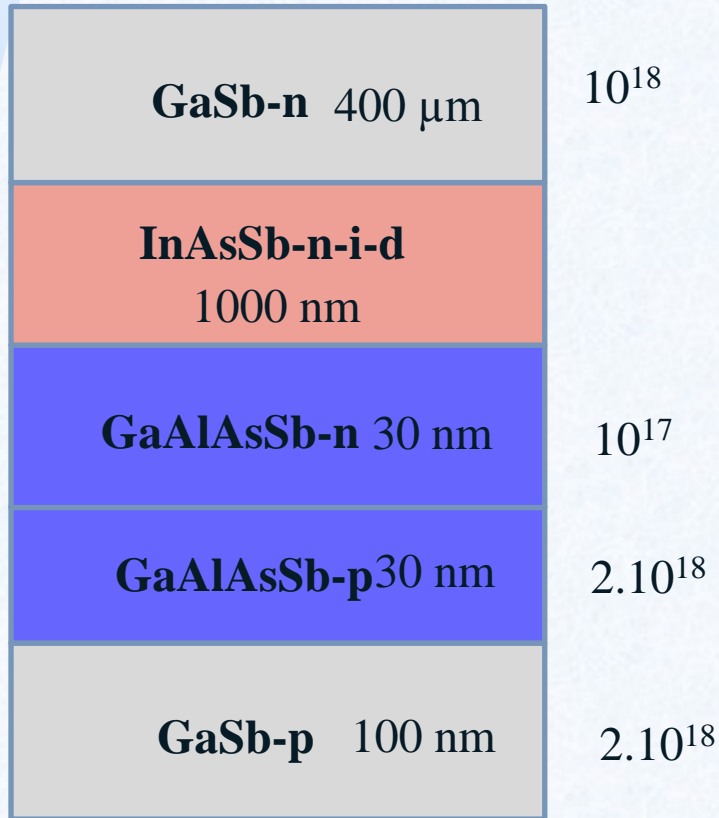


Diagramme des bandes d'énergies

Paramètres de nos structures $\text{GaAl}_{0.4}\text{As}_{0.034}\text{Sb}(\text{p/n}) / \text{InAs}_{0.9}\text{Sb}_{0.1}(\text{n})$ et $\text{GaAl}_{0.4}\text{As}_{0.034}\text{Sb}(\text{p/n}) / \text{Ga}_{0.85}\text{In}_{0.15}\text{AsSb}(\text{p})$

Structure -1-

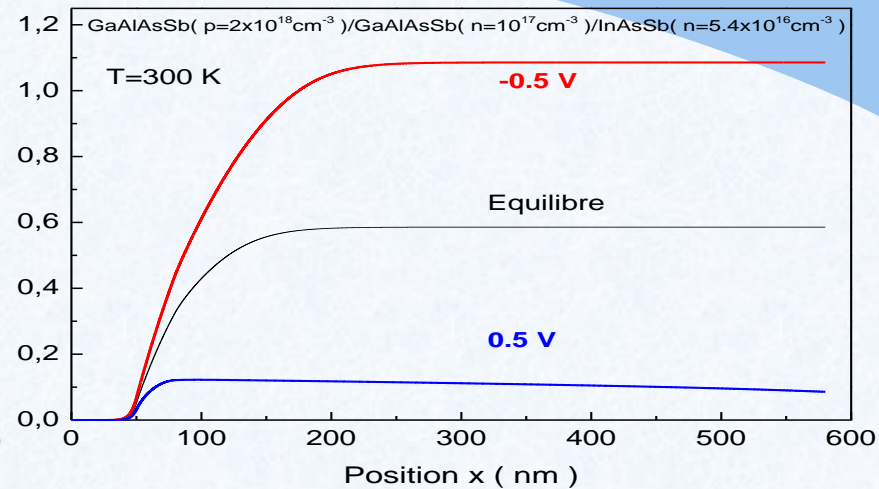
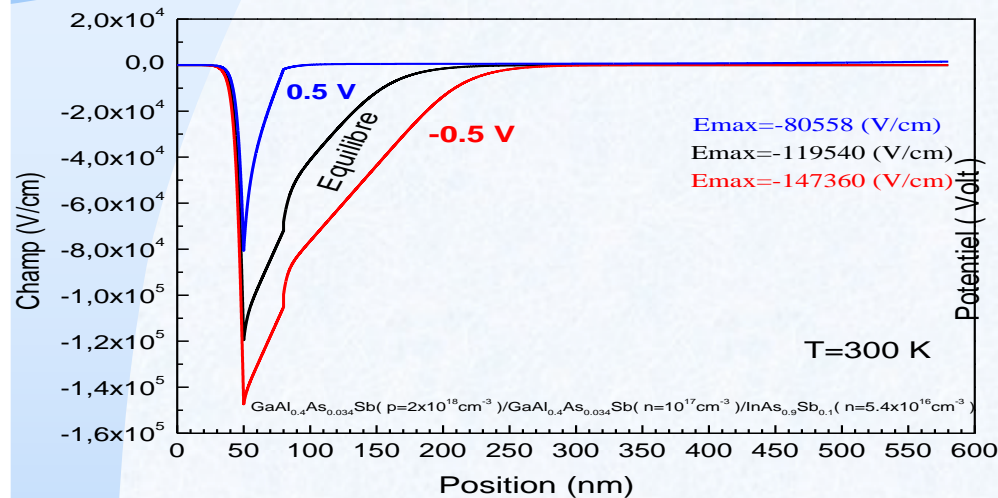


Structure -2-



Effet de la polarisation sur les propriétés électriques des systèmes étudiés

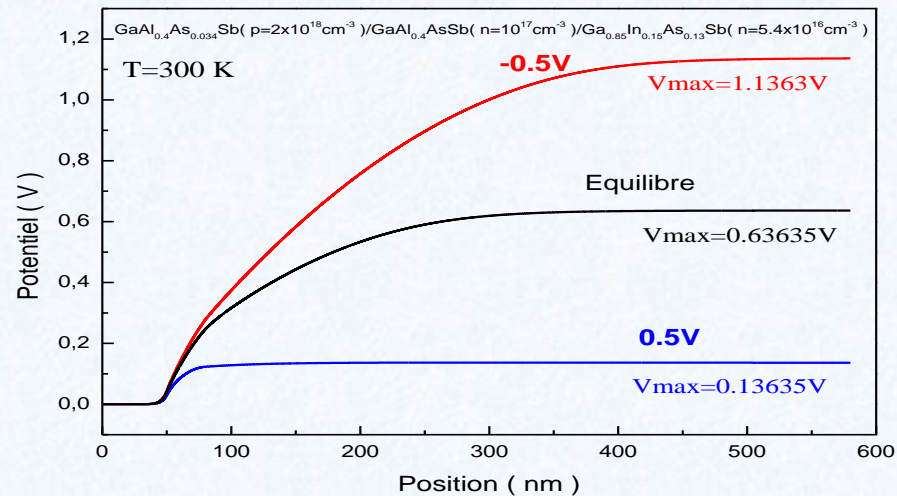
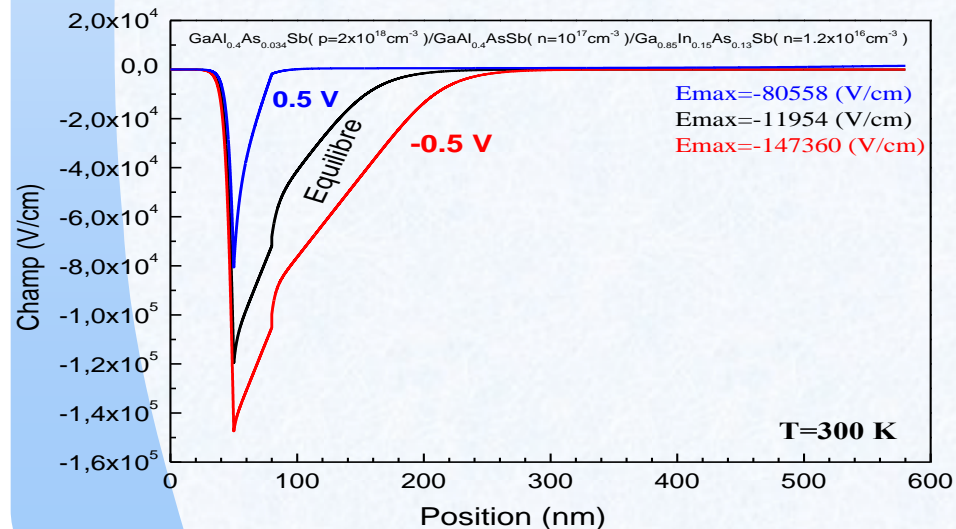
GaAl_{0.4}As_{0.034}Sb (p/n) / InAs_{0.9}Sb_{0.1} (n)



Champ électrique E en fonction de la position

Polarisation V en fonction de la position

GaAl_{0.4}As_{0.034}Sb (p/n) / Ga_{0.85}In_{0.15}As Sb (p)



Champ électrique E en fonction de la position

Polarisation V en fonction de la position

Diagrammes des bandes d'énergie

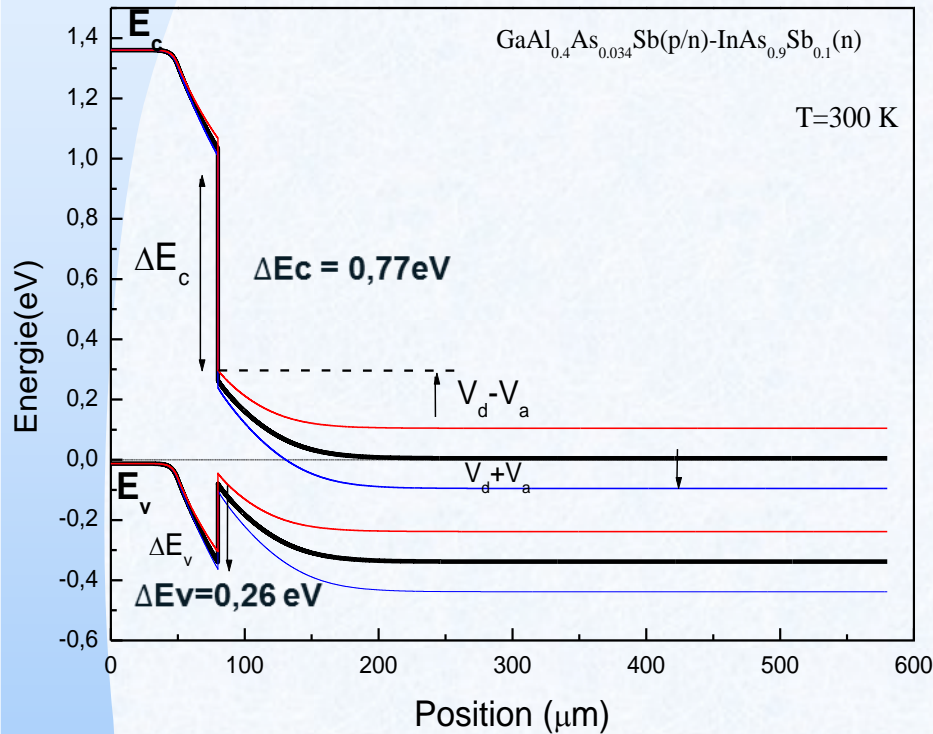


Diagramme des bandes d'énergies à l'équilibre et sous polarisation inverse et directe dans la structure 1

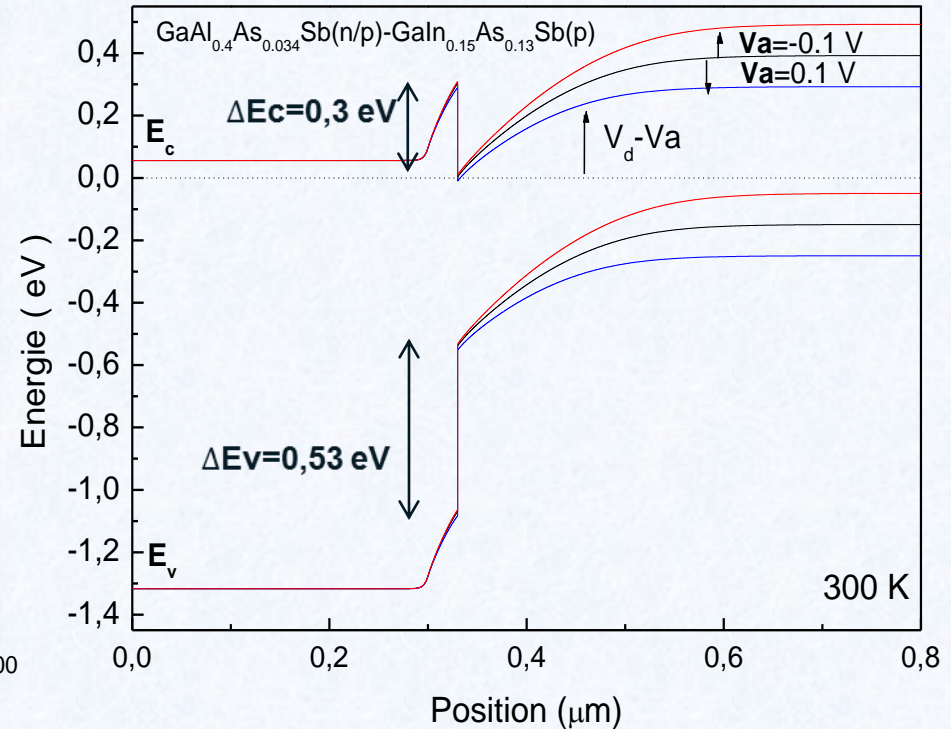
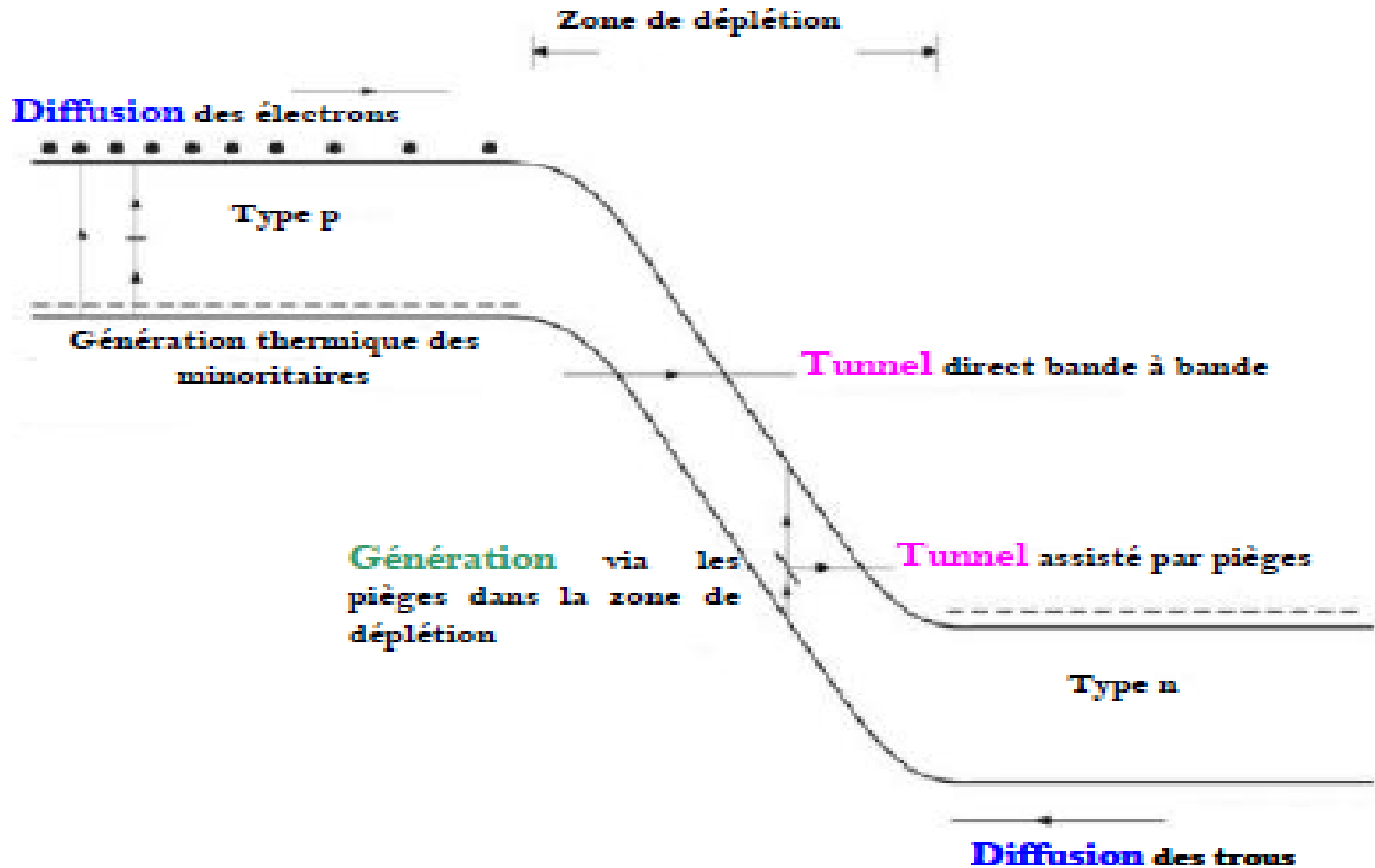


Diagramme des bandes d'énergies à l'équilibre et sous polarisation inverse et directe dans la structure 2

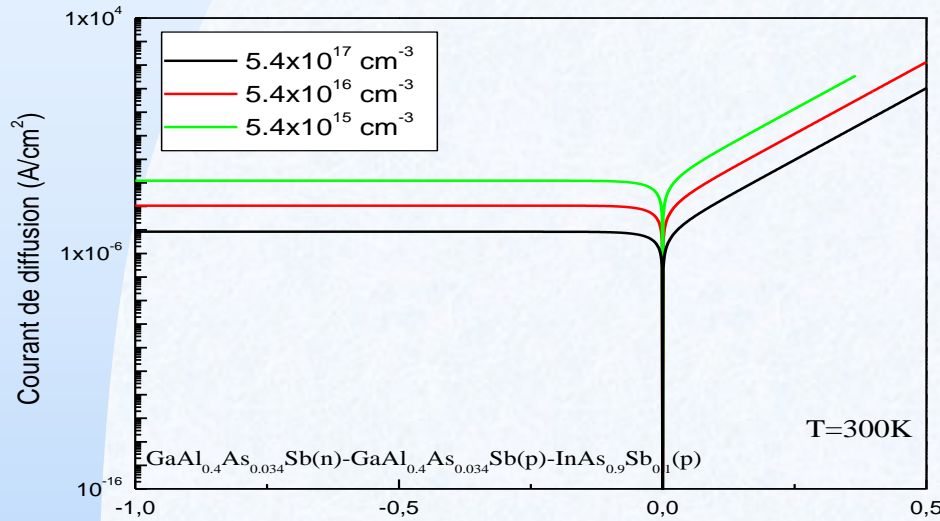
Etude phénoménologique du transport



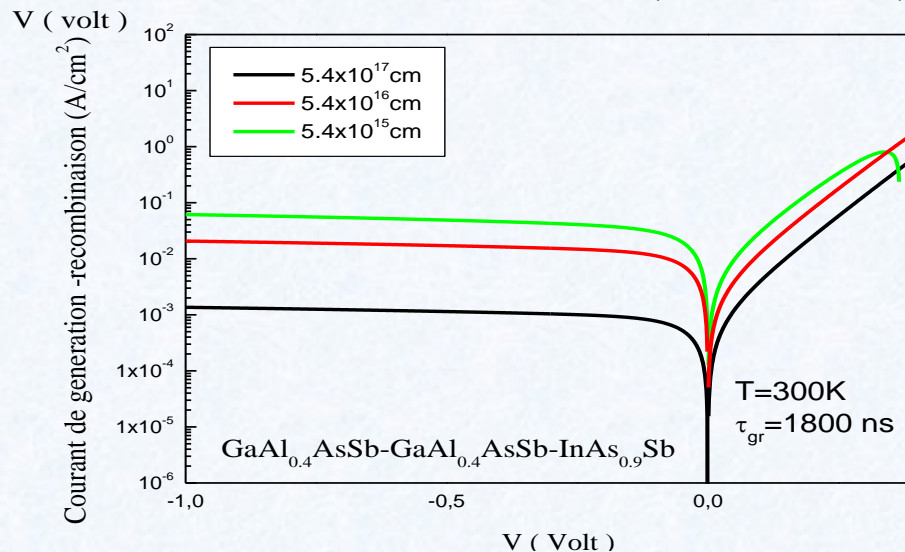
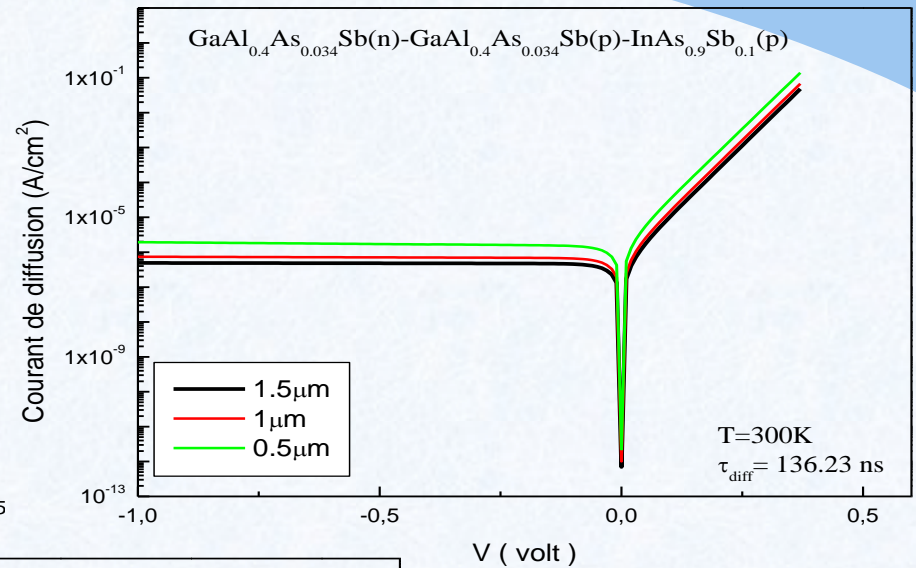
Mécanismes qui contribuent au courant d'obscurité avec une polarisation inverse

Etude phénoménologique du transport dans la structure-1 GaAlAsSb p-n/InAsSb-n

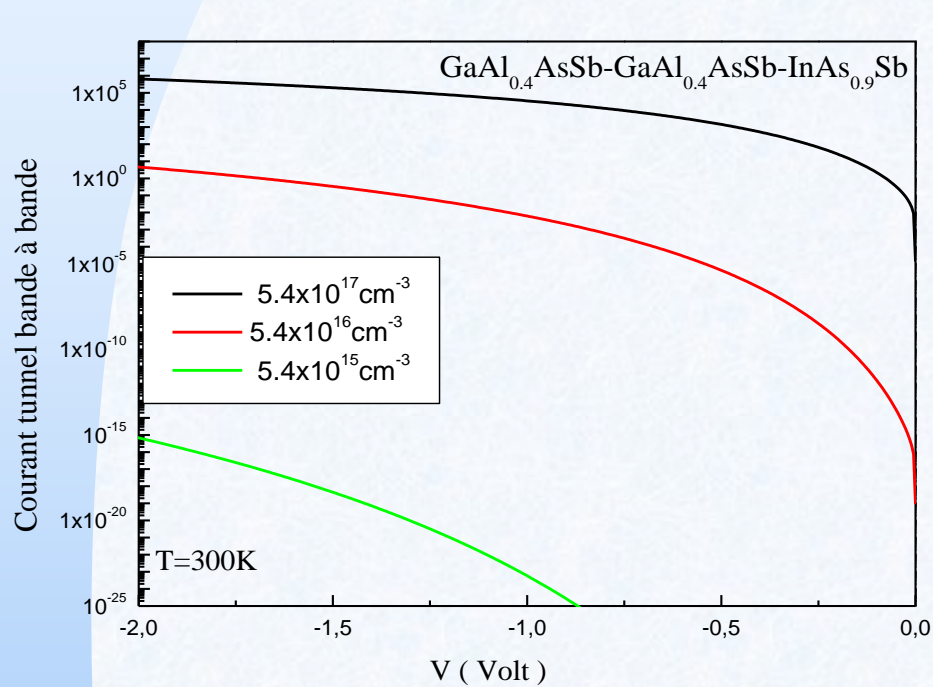
Courant de diffusion pour trois dopages



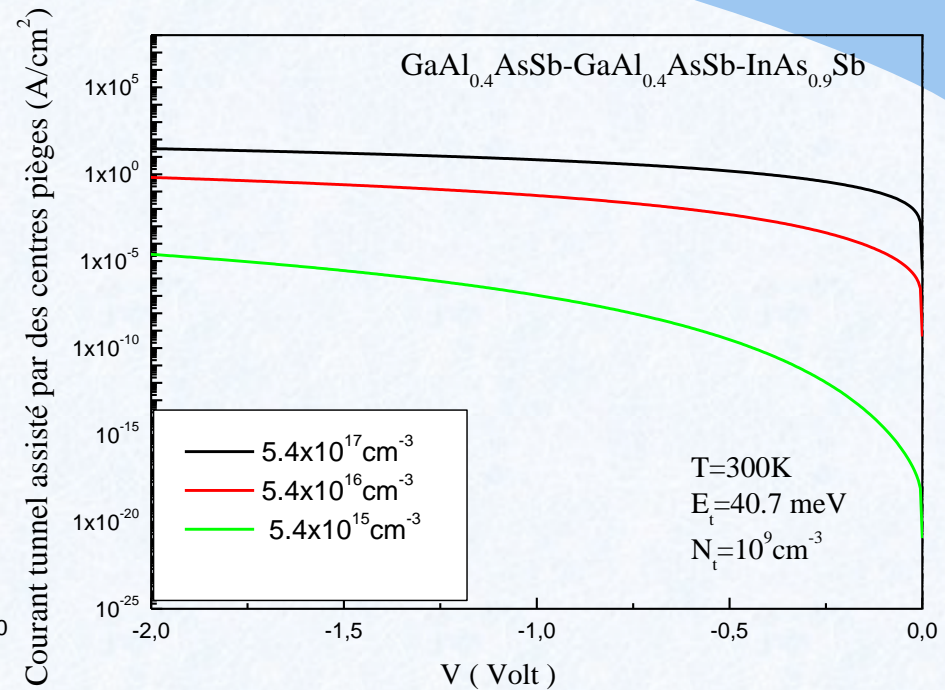
Courant de diffusion pour trois épaisseurs



Courant de génération –recombinaison pour trois dopages différents



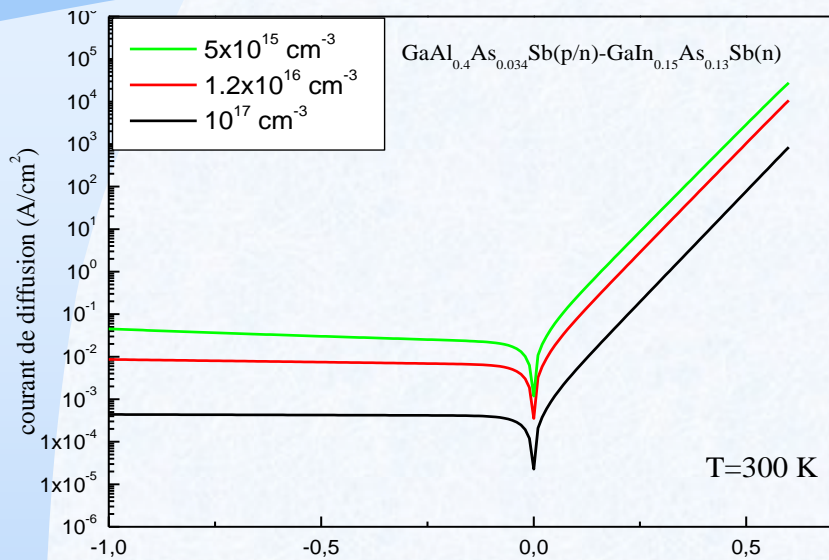
courant tunnel bande à bande pour trois dopages



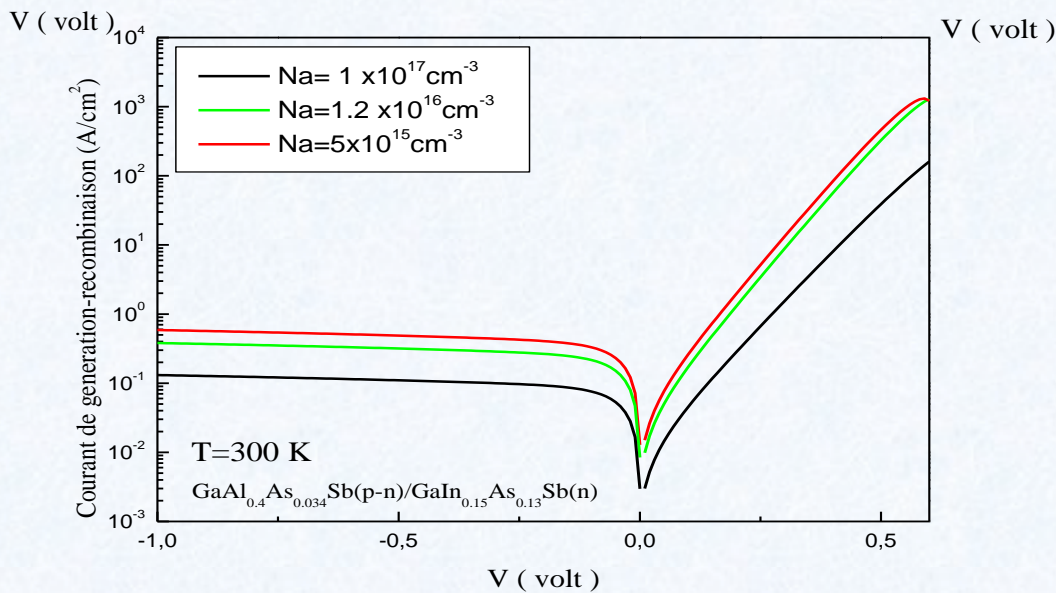
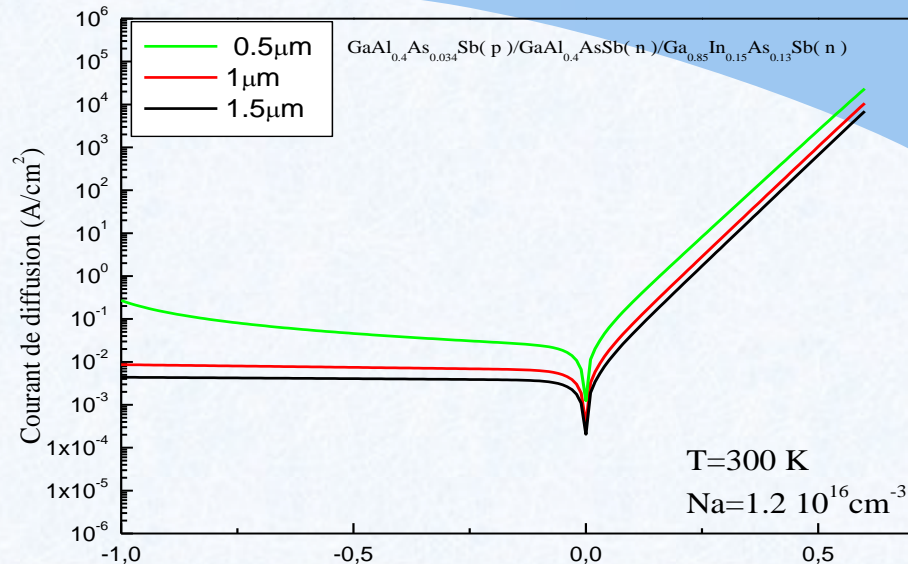
Courant tunnel assisté par centres pièges pour trois dopages

Etude phénoménologique du transport dans la structure-2 GaAlAsSb n-p/GaInAsSb-p

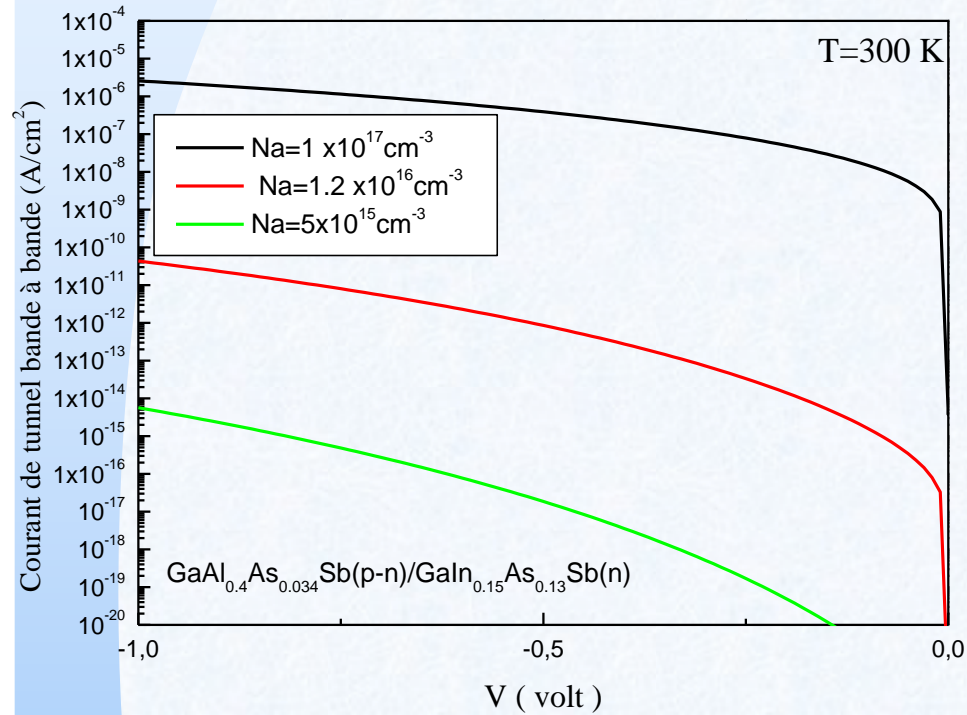
Courant de diffusion pour trois dopages



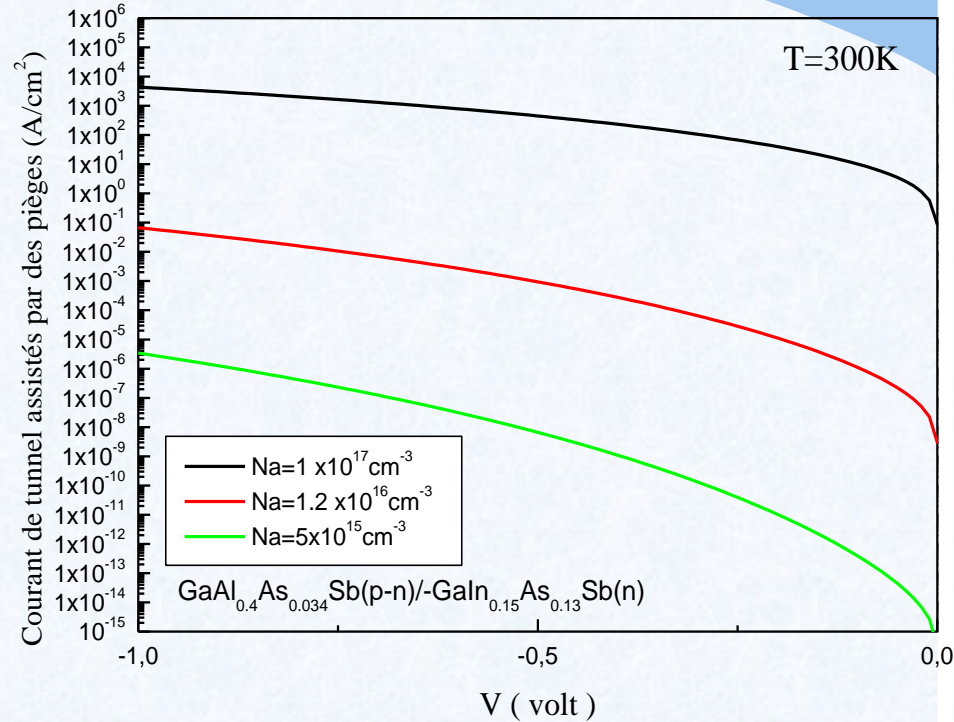
Courant de diffusion pour trois épaisseurs



courant de génération-recombinaison

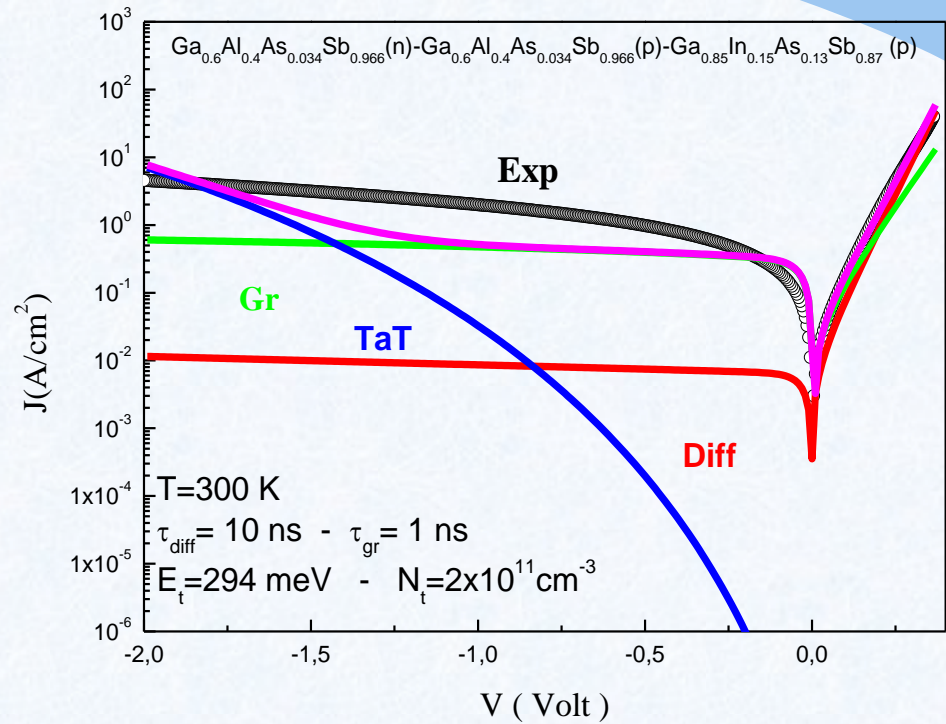
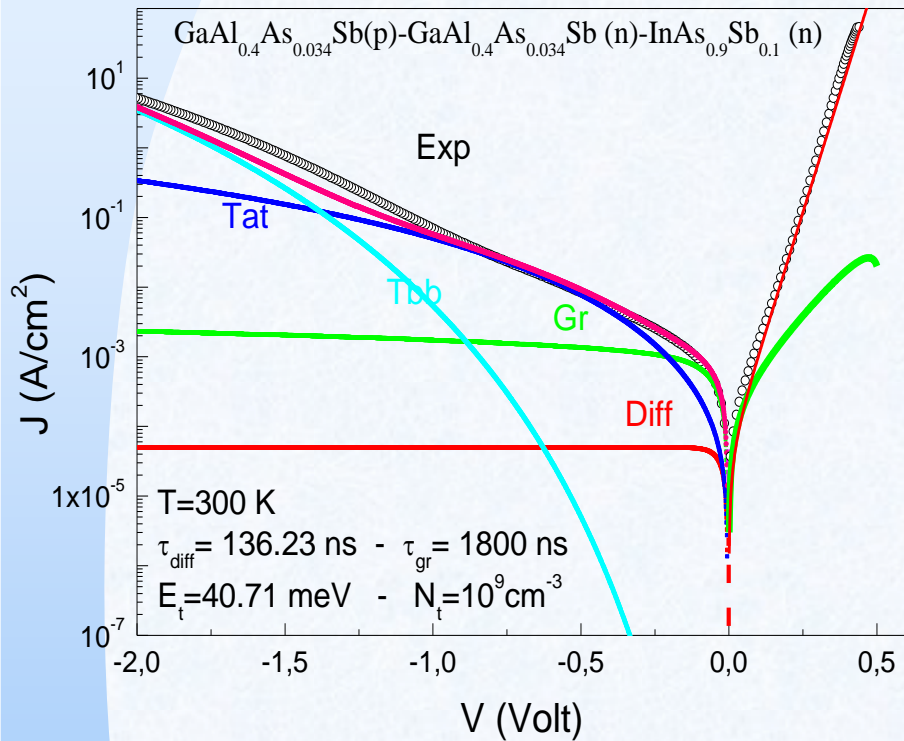


Courant de tunnel bande à bande



Courant de tunnel assistés par centres pièges

Confrontation des courants expérimentaux aux courants théoriques



Caractéristique courant-tension

Les figures de mérites d'un détecteur à rayonnement

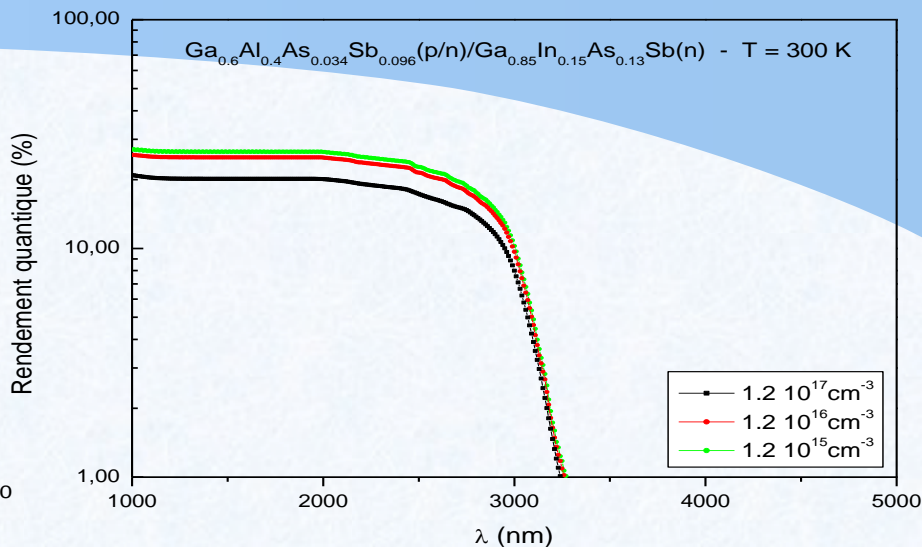
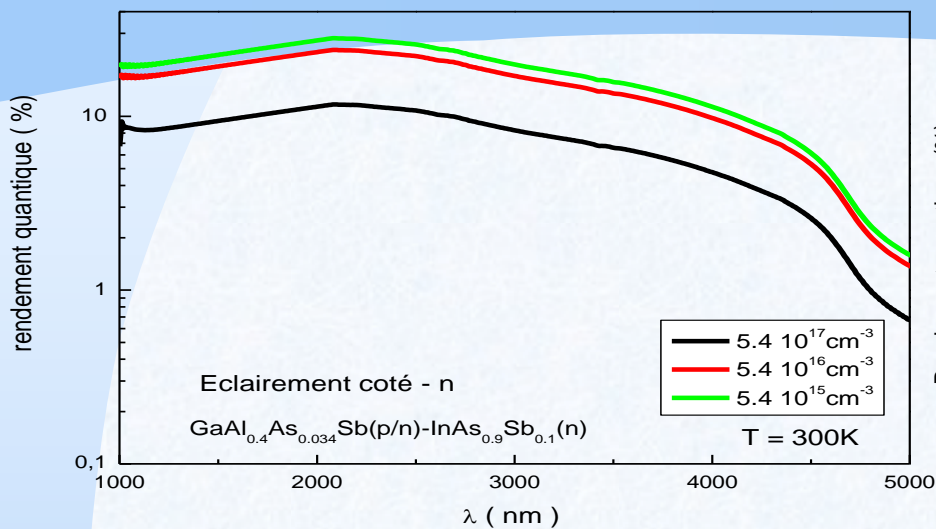
1-Longueur d'onde de coupure : E_g

2-Sensibilité spectrale : A/W ou V/W

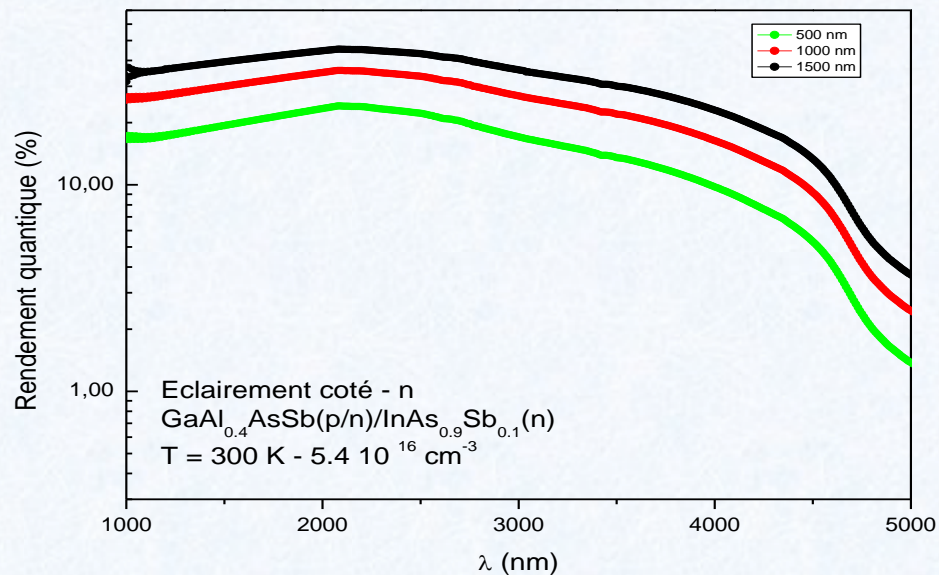
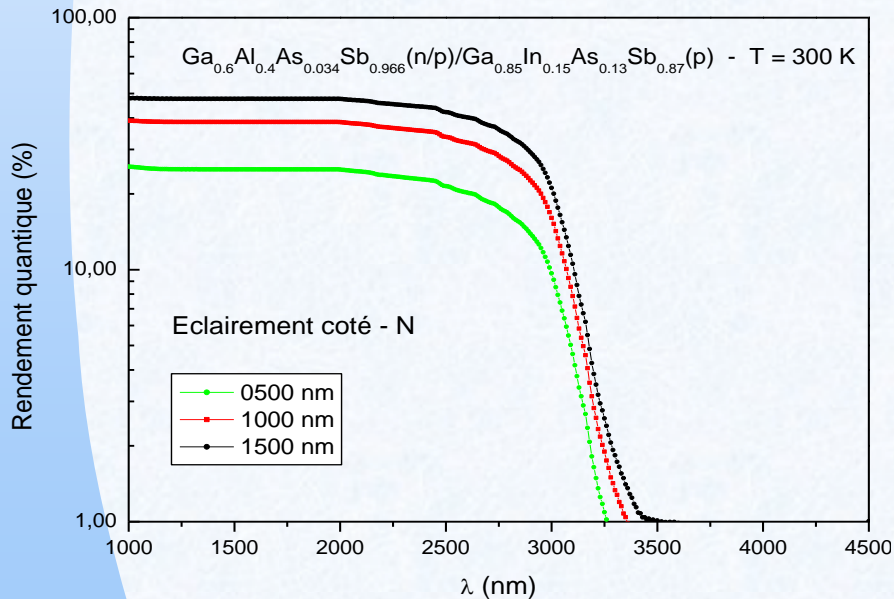
3-Rendement quantique: $\eta = I_{ph}/q\Phi$

Les figures de mérite dépendent étroitement du courant d'obscurité

Rendement quantique

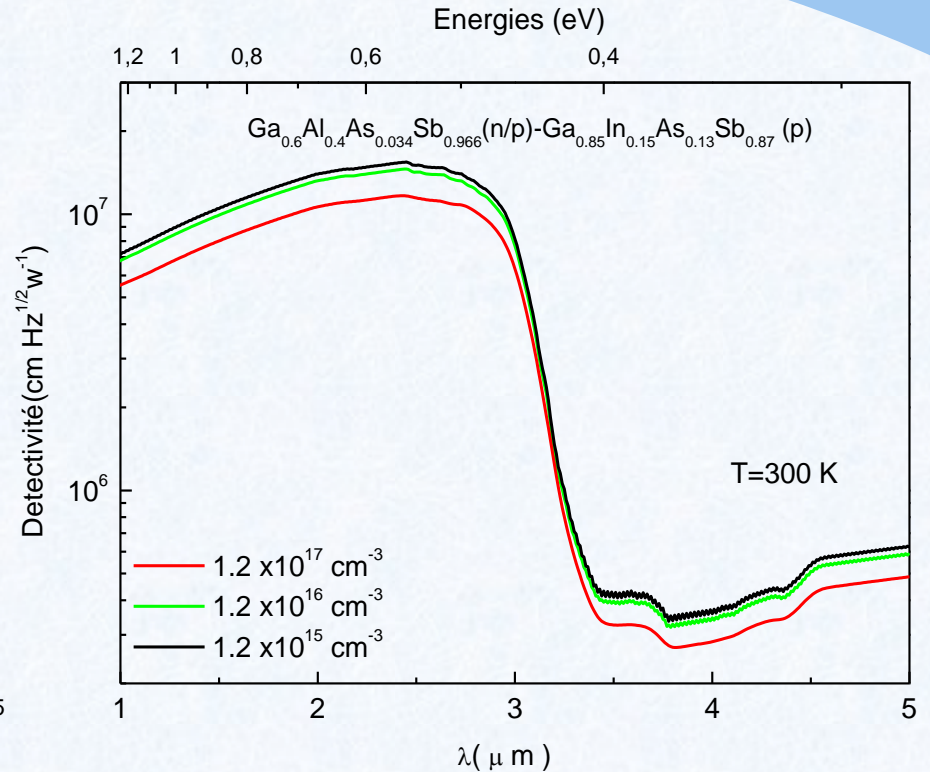
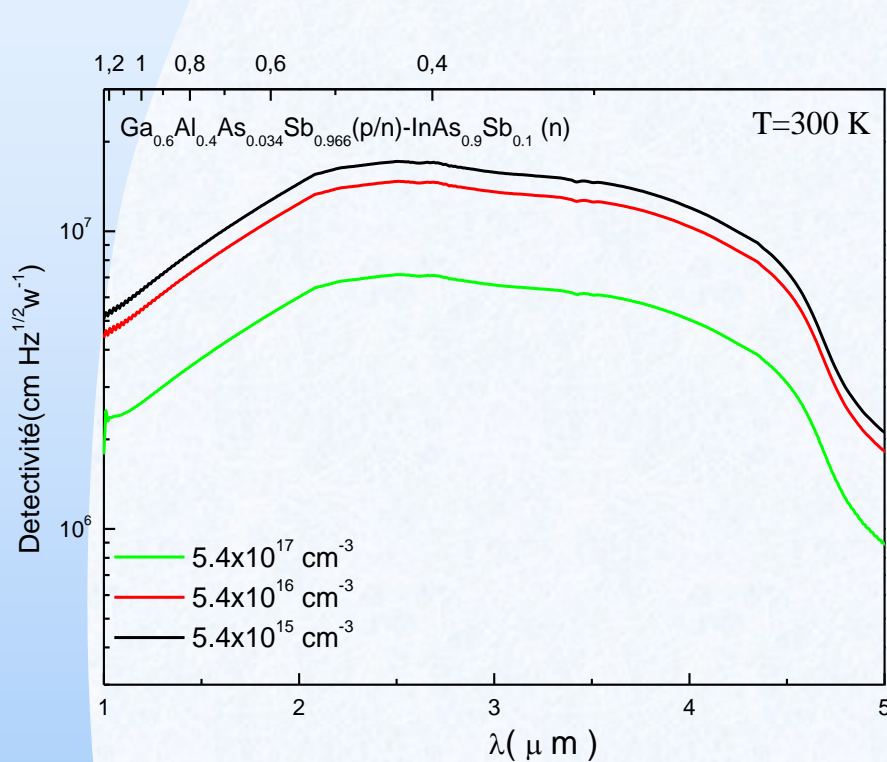


Rendement en fonction de λ pour 3 dopages



Rendement en fonction de λ pour 3 épaisseurs

Délectivité spécifique



Délectivité spécifique en fonction de la longueur d'onde pour trois dopages différents

Conclusions & Perspectives

L'analyse du c
dopages propos



polarisations inverses pour les 03
ativement élevés quand le dopage
e rendement.

← **Une combinaison
des deux structures**
sont aussi sensibles
(dopage et épaisseur)

Une c
top épaisse, peut optimiser
dans les deux structures.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION